Gouvernement du Canada
Government of Canada

Service canadien des forêts
Canadian Forestry Service

Tests de provenance dans l'aire de distribution de l'épinette noire en Ontario

T.J.B. Boyle

Rapport d'information PI-X-57F
Institut forestier national de Petawawa

87-00620/

INSTITUT FORESTIER NATIONAL DE PETAWAWA

Le mandat de l'Institut forestier national de Petawawa, comme celui des autres établissements du Service canadien des forêts, est de promouvoir une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources forestières du Canada, pour le bien économique et social de tous les Canadiens. Les objectifs des activités des programmes menés à l'institut appuient ce mandat à travers la découverte, le développement, la démonstration, l'application et le transfert des innovations. En tant qu'institut national, il doit s'attacher à des problèmes qui débordent le cadre régional ou qui nécessistent des compétences particulières de même qu'un équipement non disponible aux installations régionales du Service canadien des forêts. La plupart du temps, ses recherches sont effectuées en étroite collaboration avec le personnel des centres régionaux ou des services forestiers des provinces. Les projets de recherche et les services techniques de l'institut sont regroupés sous six principales activités:

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE ET BIOTECHNOLOGIE - Ce programme encadre des projets sur la génétique forestière, la microbiologie, la micropropagation, la génétique moléculaire et la recherche sur les semences. Il comprend également les services à la clientèle et la banque de semences du Centre national de semences forestières. Ce centre existe depuis longtemps et est lié à plusieurs organismes internationaux.

SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER - Ce programme intègre en recherche et développement, des projets sur les incendies de forêt, la télédétection, la météorologie, la modélisation, la croissance et la récolte, et le RIMA. Il permet ainsi l'élaboration et la démonstration de systèmes d'aménagement forestier.

STATISTIQUES NATIONALES SUR LA RESSOURCE FORESTIÈRE - Communément appelé FORSTATS, ce programme assure la coordination de l'acquisition, de la normalisation et de la publication de statistiques nationales sur les forêts du Canada. Il est aussi chargé de répondre aux demandes de renseignements de la clientèle.

SYSTÈMES DE DONNÉES FORESTIÈRES - Ce programme fournit la compétence et les systèmes informatisés nécessaires à la gestion des données acquises dans le cadre de FORSTATS et des projets de recherche à l'IFNP. Il comprend en outre un service de consultation en informatique pour les hauts fonctionnaires du SCF.

COMMUNICATIONS - Ce programme regroupe les activités de la bibliothèque et des projets touchant la sensibilisation du public, l'information, la rédaction-révision et les publications. L'institut reçoit plus de 20 000 visiteurs chaque année. Le Centre d'accueil, des visites autoguidées et un programme éducatif complet sont ouverts à tous. C'est à l'IFNP que l'on trouve l'entrepôt national de toutes les publications scientifiques du SCF.

LA FORÊT EXPÉRIMENTALE - Outre des peuplements naturels où l'on applique divers traitements dans le cadre de projets de recherche en sylviculture, la Forêt de Petawawa, mesurant 98 km^2, comprend de vastes superficies de plantations âgées de plus de 60 ans. Ces plantations expérimentales permettent d'obtenir des données sur la croissance et la récolte à la suite d'expériences de culture. Elles fournissent du matériel génétique dont le lignage est répertorié, et se révèlent de plus en plus utiles pour les études sur la micropropagation et la génétique moléculaire. La forêt permet également de mettre à l'essai des stratégies d'aménagement forestier à court et à long terme.

TESTS DE PROVENANCE DANS L'AIRE DE DISTRIBUTION DE L'ÉPINETTE NOIRE EN ONTARIO

Rapport d'information PI-X-57F

T.J.B. Boyle

Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
1986

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1986
N° de catalogue Fo46-11/57-1986F
ISSN 0228-0736
ISBN 0-662-93860-7

Des exemplaires de cette publication peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Centre d'information technique et de distribution
Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

N° de téléphone: 613-589-2880

This publication is also available in English under the title **Range wide provenance tests of black spruce in Ontario.**

Table des matières

Résumé/Abstract

1 Introduction

2 Matériel et méthodes

7 Résultats et discussion

22 Conclusions

22 Remerciements

23 Ouvrages cités

26 Annexe I
29 Annexe II
31 Annexe III
33 Annexe IV
35 Annexe V

Tableaux

8 1. Analyses de variance de la hauteur (cm) pour 1979 (10 ans) à chaque station et classement des 10 meilleures provenances
9 2. Analyses de variance de la survie (arc sinus) pour 1979 (10 ans) à chaque station et classement (%) des 10 meilleures provenances
10 3. Analyses de variance de la hauteur (cm) en 1984 (15 ans) à chaque station et classement des 10 meilleures provenances
11 4. Analyses de variance de la survie (arc sinus) en 1984 (15 ans) à chaque station et classement (%) des 10 meilleures provenances
13 5. Analyses de variance par rapport à tous les endroits
15 6. Coefficients de corrélation des rangs de Spearman selon la hauteur, à 2, 3, 10 et 15 ans
17 7. Matrice des coefficients de corrélation de 31 variables géographiques, écologiques et réactionnelles
19 8. Paramètres de stabilité de Tai et écovalences de Wricke calculés pour les provenances d'épinette noire de l'exp. 353h

RÉSUMÉ

Des données sont présentées sur la croissance en hauteur et la survie aux âges de 10 et 15 ans à partir du semis, pour 76 provenances d'épinette noire à 5 stations d'étude en Ontario. Les interactions provenance-emplacement pour la croissance en hauteur étaient fortement significatives aux deux âges, mais l'interaction pour la survie à 15 ans ne l'était pas. Des différences importantes ont été observées pour le classement des provenances en fonction de la croissance en hauteur entre les deux âges, mais les différences étaient minimes en ce qui concerne le classement en fonction de la survie. Globalement, la meilleure provenance est celle de Nipissing (Ontario), mais plusieurs autres de l'ouest de l'Ontario et du Québec ont également donné de bons résultats.

Il est conclu à partir de ces résultats que la sélection précoce n'est pas efficace dans le cas de l'épinette noire, que les sources locales et régionales ne sont pas nécessairement supérieures aux sources éloignées et que des provenances particulières peuvent être sélectionnées à l'âge de 15 ans pour des programmes d'amélioration.

ABSTRACT

Results are presented for height growth and survival at 10 and 15 years from seed for 76 provenances of black spruce planted at five test sites in Ontario. Provenance-location interactions for height growth were highly significant at both ages, but the interaction for 15-year survival was non-significant. Substantial rank changes occurred between the two ages for height growth but survival ranks were little changed. The best provenance overall was from Nipissing, Ont., but several western Ontario and Quebec sources also performed well.

Based on these results, it is suggested that early selection is not effective in black spruce, that local and regional sources are not necessarily superior to distant sources, but that specific provenances can be selected at age 15 for use in improvement programs.

TESTS DE PROVENANCE DANS L'AIRE DE DISTRIBUTION DE L'ÉPINETTE NOIRE EN ONTARIO

INTRODUCTION

On peut, grâce aux tests de provenance, réunir de l'information utile sur nombre de problèmes importants pour le généticien forestier. Cela englobe l'étude des schémas de variation découlant de forces génétiques comme la sélection naturelle, la migration, la dérive aléatoire, la délimitation préliminaire des zones de semis et de reproduction et, éventuellement, l'identification des peuplements génétiquement supérieurs (Lines, 1967). L'épinette noire (Picea mariana, Mill. B.S.P.) s'étend sur l'ensemble du continent (Hosie, 1979) et est une des principales essences commerciales dans tout l'est du Canada. Les tests de provenance sont donc une première étape utile dans tout programme efficace d'amélioration génétique.

Selon un certain nombre d'études antérieures sur la variation des provenances d'épinette noire (p. ex. Morgenstern, 1969a, b), la variation dans les caractéristiques de croissance des juvéniles est à prédominance clinale dans la plus grande partie de l'aire de distribution. Kahlil (1973, 1975) a signalé une exception à cette règle dans le cas de Terre-Neuve et du Labrador: il a découvert des constantes de variation qu'il a considérées écotypiques. Parmi les raisons possibles de la situation anormale de Terre-Neuve, on pourrait mentionner le schéma des gradients climatiques, plus complexes que dans la partie continentale du Canada (Kahlil, 1981) et la persistance de nunataks où, par dérive aléatoire et sélection naturelle, il s'est produit une différentiation génétique et, subséquemment, une migration locale (Yeh, comm. pers.).

En 1967 E.K. Morgenstern, de l'Institut forestier national de Petawawa (IFNP) du Service canadien des forêts, a entrepris l'échantillonnage des populations dans l'aire naturelle de l'épinette noire, en collaboration avec plusieurs organismes étasuniens et canadiens. Au cours des 3 années suivantes, il a recueilli des semences provenant de 202 populations, de Terre-Neuve à l'Alaska (Selkirk, 1974). Des échantillons de ces collections ont été distribués aux organismes coopérants, d'où la création de 33 tests de provenance. Les résultats de nombre de ces tests, à divers âges, ont déjà été publiés (Pollard et Logan, 1974, 1976; Morgenstern, 1978; Segaran, 1978; Fowler et Park, 1982; Kahlil, 1984; Nienstaedt, 1984) et confirment généralement les conclusions des études antérieures (p. ex. Morgenstern, 1969a, b). Malgré que la variation soit en grande partie clinale, les sources rapprochées du lieu de plantation ne sont pas nécessairement les meilleures, sous le rapport de la survie et de la croissance (Fowler et Park, 1982). Dans une étude publiée en 1984, Nienstaedt a montré que le choix hâtif de l'épinette noire n'était pas efficace à l'âge de trois ans, parce que les corrélations avec le rendement subséquent sur le terrain n'étaient pas élevées. De même, Corriveau (1982) concluait que les corrélations entre la croissance des juvéniles et la taille des arbres de 10 ans n'étaient pas suffisantes pour rendre efficace la sélection hâtive. Ces résultats montrent la nécessité de mener une série complète de tests de provenance et de continuer à les évaluer.

Cinq tests ont été effectués en Ontario à l'aide de matériels provenant de l'ensemble de l'aire de distribution. Le présent rapport contient les résultats des relevés effectués sur place à la 6e et à la 11e années (10 et 15 ans de la mise en terre).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Soixante-seize sources, de Terre-Neuve au Yukon (cartes 1 et 2) sont représentées dans au moins un des cinq tests menés en Ontario (voir annexe I). Voici où étaient situées les stations d'essai (carte 2):

1. Dryden (lat. 49°55'N, long. 92°32'O), où 64 provenances ont été implantées dans 16 parcelles en quadrillé carré (8 x 8) et subdivisées en 3;

2. Thunder Bay (lat. 48°57'N, long. 89°59'O), où 56 provenances ont été implantées dans 25 parcelles quadrillées rectangulaires (7 x 8) et subdivisées en 3;

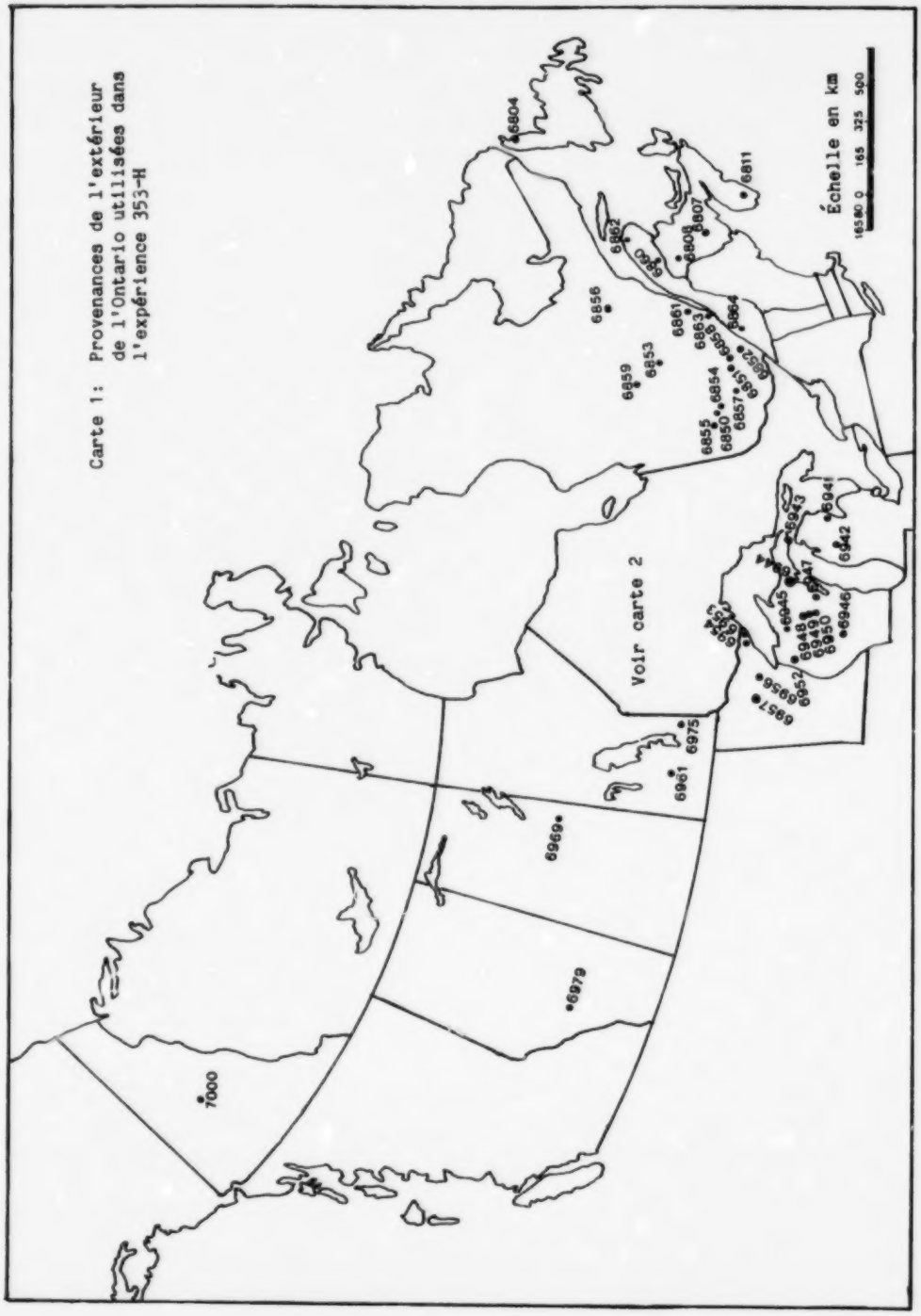
3. Geraldton (lat. 49°45'N, long. 86°10'O), où 56 provenances ont été implantées dans 25 parcelles quadrillées rectangulaires (7 x 8) et subdivisées en 3;

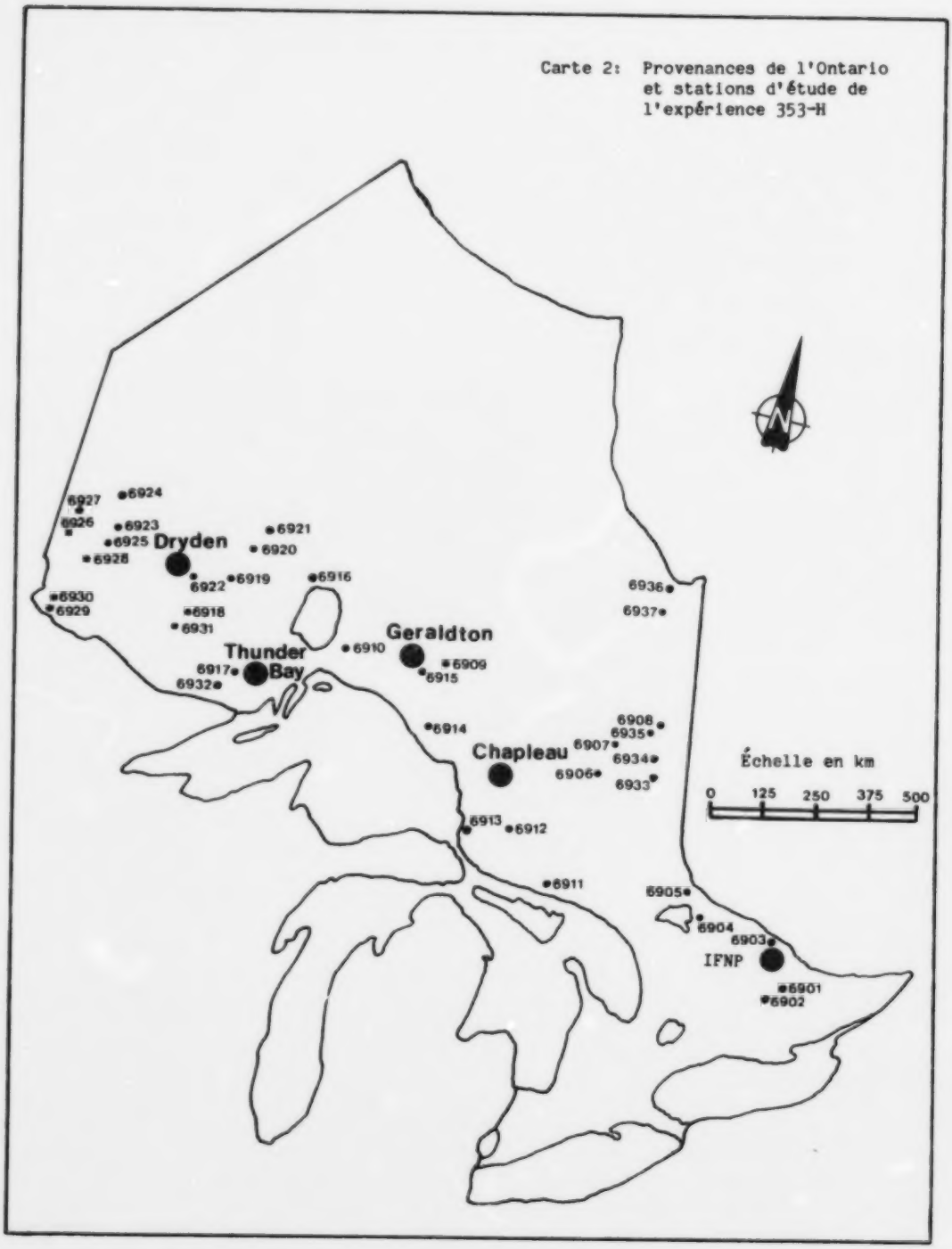
4. Chapleau (lat. 47°57'N, long. 83°27'O), où 64 provenances ont été implantées dans 16 parcelles quadrillées rectangulaires (8 x 8) et subdivisées en 3;

5. Petawawa (IFNP) (lat. 45°59'N, long. 77°24'O), où 56 provenances ont été implantées dans 16 parcelles quadrillées rectangulaires (7 x 8) et subdivisées en 3.

Les 5 tests ont commencé en 1974 avec du matériel 2 + 2. Pour plus de détails sur l'emplacement de l'expérience, la préparation du terrain et l'implantation, consulter l'ouvrage de Morgenstern et Kokocinski (1976). En 1979 et 1984, après 6 et 11 saisons de croissance à l'extérieur (10 et 15 ans après l'ensemencement), nous avons recensé les arbres qui ont survécu et mesuré leur taille, à toutes les stations.

Nous avons, pour chaque emplacement et à ces deux époques, analysé la variance des deux caractéristiques (hauteur et survie) d'après la moyenne des parcelles, selon le modèle établi par Cochrane et Cox (1957) pour les quadrillés rectangulaires ou carrés. En outre, en comparant les erreurs moyennes quadratiques du plan quadrillé approprié et du plan en blocs aléatoires, nous avons calculé l'efficacité statistique du plan expérimental. Le pourcentage de survie a été normalisé par transformation arc sinus (Sokal et Rohlf, 1969), avant l'analyse. Les valeurs de F ont été calculées pour les moyennes des provenances, ajustées selon les effets de rang et dans le cas des quadrillés carrés, de colonne, d'après la méthode mise au point par Cochrane et Cox en 1957. Les groupes de moyennes par provenance non significativement différents à un niveau de 5 % ont été identifiés par l'analyse en grappes de Scott et Knott (1974) à l'aide d'un programme FORTRAN 77 adapté de celui mis au point par Gates et Bilbro en 1978.


Carte 1: Provenances de l'extérieur de l'Ontario utilisées dans l'expérience 353-H
Échelle en km
0 165 325 500
Voir carte 2
7000
6979
6969
6975
6961
6957
6952
6950
6949
6948
6946
6945
6942
6941
6943
6811
6807
6808
6862
6856
6859
6853
6861
6863
6855
6850
6854
6857


Carte 2: Provenances de l'Ontario
et stations d'étude de
l'expérience 353-H
N
6927
6924
6926
6923
6921
6925
Dryden
6920
6928
6922
6919
6916
6936
6930
6929
6918
6937
6931
Geraldton
Thunder
Bay
6910
6909
6917
6915
6932
6914
6908
6935
6907
Chapleau
6934
6906
6933
Échelle en km
0 125 250 375 500
6913
6912
6911
6905
6904
6903
IFNP
6901
6902

Le test de séparation des moyennes par analyse en grappes de Scott et Knott a un avantage sur certains autres tests de séparation des moyennes, par exemple le test des aires multiples de Duncan, car chaque provenance ne peut appartenir qu'à une seule grappe, ce qui rend beaucoup plus simple l'identification des groupes de provenances. Mais cette méthode a été critiquée précisément pour cette raison, car les moyennes sont séparées strictement en groupes d'après un taux d'erreurs de type I comparatif plutôt qu'expérimental (Willavize et al., 1980). Cependant, dans les expériences où les comparaisons multiples en paires peuvent être valables, par exemple les tests de provenance, les méthodes d'analyse en grappes comme celle de Scott-Knott sont satisfaisantes (Willavize et al., 1980).

Afin de pouvoir comparer toutes les provenances, nous avons calculé le rendement moyen de chacune à toutes les stations où elle avait été plantée. Afin de donner une pondération égale à chaque station, nous avons uniformisé la répartition des moyennes de provenance dans chacune en soustrayant la moyenne globale de la station et en divisant par la déviation standard de la provenance. Nous avons ainsi obtenu, à chaque station, une répartition des moyennes de provenance ayant la moyenne zéro et l'écart unitaire standard.

En plus de la corrélation de rang de Spearman par rapport à la hauteur et la survie, nous avons calculé les coefficients de corrélation des hauteurs à 15 ans à chaque station, la hauteur et la survie moyennes standardisées (10 et 15 ans) pour l'ensemble des stations, la hauteur à 2 et à 3 ans (Morgenstern, 1978) et certaines variables écologiques et géographiques utilisées à l'égard du même matériel par Morgenstern en 1978.

Afin d'étudier les niveaux d'interaction provenance-situation, nous avons fait une analyse d'écart sur les données des cinq tests. En raison de différences dans les plans d'expérience, nous avons pris comme hypothèse un plan en blocs aléatoires selon le modèle suivant:

$$y_{ijk} = \mu + l_i + r_{(ij)} + p_k + (lp)_{ik} + e_{ijk}$$

où

y_{ijk} = réponse de la provenance kth dans la subdivision jth à la station ith;

μ = moyenne expérimentale globale;

l_i = effet de la station ith

$r_{(ij)}$ = effet de la subdivision jth à la station ith;

p_k = effet de la provenance kth;

$(lp)_{ik}$ = interaction entre la provenance kth et la station ith;

e_{ijk} = terme d'erreur aléatoire.

En plus d'un rendement moyen généralement élevé, il est important, surtout aux premières étapes d'un programme d'amélioration génétique, que la provenance possède une stabilité phénotypique élevée (Finlay et Wilkinson,

1963). Nous avons utilisé trois méthodes de mesure de la stabilité, nommément l'écovalence de Wricke (Wricke, 1962) et les paramètres alpha et lambda de stabilité de Tai (Tai, 1971).

L'écovalence de Wricke est la contribution de chaque provenance à la somme des carrés provenance x lieu et se définit comme suit:

$$V_i = \sum_j (x_{ij} - \frac{x_{i.}}{q} - \frac{x_{.j}}{p} + \frac{x_{..}}{pq})^2$$

où

V_i = écovalence de la provenance ith

x_{ij} = réponse de la provenance ith à l'emplacement jth

$x_{i.}$ = réponse totale de la provenance ith sur tous les emplacements

$x_{.j}$ = réponse totale de toutes les provenances à l'emplacement jth

$x_{..}$ = totale globale

p = nombre de provenances

q = nombre d'emplacements

L'alpha de Tai est semblable au coefficient de régression de la réponse des provenances sur l'indice environnemental et, conséquemment, est très proche des paramètres produits par d'autres techniques de régression, par exemple ceux de Eberhart et Russell (1966) et de Finlay et Wilkinson (1963). Le lambda est une mesure de la déviation des réactions des provenances par rapport à ligne de régression linéaire. Voici les définitions d'alpha et de lambda:

$$\alpha_i = \frac{s_{l.}(gl)_i}{(MSL-MSR)/mp} \quad \text{et} \quad \lambda_i = \frac{s^2(gl)_i - \alpha_i s_{l.}(gl)_i}{(m-1)\ MSE/mp}$$

où

s_l = écart des effets de l'emplacement

$(gl)_i$ = effet d'interaction de la provenance ith sur tous les emplacements

$s^2(gl)_i$ = écart de l'effet de l'interaction de la provenance ith

MSL = carré moyen dû aux emplacements

MSR = carré moyen dû aux subdivisions

MSE = carré moyen dû aux erreurs

mp = produit du nombre de provenances et du nombre de subdivisions par emplacement

Une valeur alpha de -1 signifie que la ligne de régression a une pente zéro, tandis qu'une valeur alpha de zéro désigne une ligne de régression dont le coefficient est 1. Une variété <<parfaitement stable>> a une valeur alpha de -1 et une valeur lambda de 0.

Skróppa (1984) a récemment traité de l'interprétation de ces divers paramètres de stabilité et de leurs rapports entre eux. Il a précisé que, dans toute discussion sur les paramètres de stabilité, il fallait reconnaître que les évaluations obtenues ne s'appliquent qu'aux environnements échantillonnés et en outre, seulement par rapport à l'ensemble des provenances échantillonnées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Variations dans la croissance et la survie des provenances

Le lecteur trouvera aux tableaux 1 à 4 les résultats des analyses des écarts hauteur/survie des 10 meilleures provenances et les grappes Scott-Knott de chaque station d'étude, à l'égard des deux caractères et aux deux âges. Les résultats complets pour toutes les provenances, ainsi que les résultats de l'analyse en grappes Scott-Knott et des moyennes normalisées, figurent aux annexes II à V. Les tableaux 1 à 4 comportent aussi la valeur expérimentale moyenne du caractère mesuré et de l'efficacité statistique du plan expérimental en quadrillé, par rapport au plan en blocs aléatoires. Malheureusement, lors du transfert des données d'un appareil sur disquette, nous avons perdu l'information de 1984 sur 19 parcelles de la station 1. Nombre de ces parcelles partageant le même rang ou la même colonne dans le plan quadrillé et, une colonne entière ayant été perdue à la première subdivision, la modalité mise au point par Cochrane et Cox (1957) pour évaluer la parcelle quadrillée manquante n'a pu permettre d'établir de convergence pour les évaluations de la parcelle manquante. En conséquence, l'information de 1984 sur la station 1 a été analysée comme s'il s'agissait d'un plan en blocs aléatoires pour lequel il n'y avait pas convergence dans la modalité d'évaluation.

Dans toutes les stations, la variation environnementale représentait une grande partie de la variation globale. Aux stations 1 à 4, la variabilité entre subdivisions était la principale source de variation. Dans le cas de la croissance en hauteur, la moyenne quadratique de redoublement était la plus importante, sauf à la station 5 où, cependant, l'erreur résiduelle était proportionnellement plus grande qu'ailleurs. Par contre, en termes de survie, la variation entre redoublements à la station 5 était importante.

Aux stations 1 (Dryden), 4 (Chapleau) et 5 (IFNP), les différences entre les provenances étaient très importantes (niveau 1 %), tant pour la hauteur que la survie, et aux deux âges. À la station 2 (Thunder Bay), il n'y avait pas de différence significative de hauteur entre les provenances, ni en 1979 ni en 1984. Les différences de survie étaient importantes en 1979 (niveau 5 %) et, en 1984, elles avaient augmenté et devenaient significatives au niveau 1 %. À la station 3 (Geraldton), nous n'avons décelé de différences

Tableau 1. Analyses de variance de la hauteur (cm) pour 1979 (10 ans) à chaque station et classement des 10 meilleures provenances

Station	1			2			3			4			5		
Source	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F
Redoubl.	2	2916,6		2	775,0		2	1458,7		2	273,6		2	81,3	
Prov.	63	378,1	3,03**	54	134,2	1,36NE	55	381,4	1,64*	62	254,3	2,18**	49	659,0	2,30**
Rangs	21	218,6		21	93,7		21	630,0		21	221,9		21	225,6	
Colonnes	21	276,0								21	153,2				
Erreur	84	100,0		88	103,1		89	230,3		83	95,3		83	359,9	
Rang															
1	6910	110,52		6851	108,89		6930	144,01		6954	101,17		6919	135,78	
2	6911	107,27		6918	103,89		6956	123,33		6925	98,35		6943	129,63	
3	6954	106,55		6911	98,32		6933	123,31		6943	97,87		6931	127,90	
4	6932	103,89		6956	96,84		6923	122,04		6952	94,14		6923	123,38	
5	6914	103,85		6924	96,62		6857	120,93		6906	93,92		6901	120,52	
6	6924	102,43		6923	96,07		6935	120,34		6851	93,85		6912	119,47	
7	6946	101,71		6953	95,04		6932	118,46		6931	92,12		6909	117,38	
8	6920	101,31		6906	94,24		6913	118,17		6850	91,79		6913	115,52	
9	6905	101,25		6947	93,96		6949	116,86		6932	91,05		6857	115,21	
10	6918	99,81		6927	93,59		6912	116,83		6864	90,94		6861	113,44	
Exp. X	89,24			87,87			107,44			81,08			99,63		
Efficacité du plan	187 %			100 %			118 %			171 %			105 %		

Remarques: Niveaux de signification *5 %, **1 %
Grappes Scott-Knott séparées par des traits pleins
L'efficacité du plan est l'efficacité statistique du plan quadrillé expérimental par rapport à un plan en blocs aléatoires.

Tableau 2. Analyses de variance de la survie (arc sinus) pour 1979 (10 ans) à chaque station et classement (%) des 10 meilleures provenances

Station	1			2			3			4			5		
Source	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F
Redoubl.	2	0,137		2	0,031		2	0,046		2	0,282		2	2,435	
Prov.	63	0,095	2,43**	55	0,034	1,73*	55	0,035	1,21NE	63	0,151	3,16**	55	0,288	3,04**
Rangs	21	0,059		21	0,015		21	0,040		21	0,093		21	0,057	
Colonnes	21	0,055								21	0,048				
Erreur	84	0,035		89	0,023		89	0,028		84	0,043		89	0,117	
Rang															
1	6804	95,8		6855	77,3		6857	90,7		6853	95,8		6902	100,0	
2	6851	93,7		6901	70,7		6936	84,0		6908	95,8		6854	100,0	
3	6918	91,7		6912	69,3		6914	84,0		6808	93,7		6979	97,9	
4	6902	91,7		6919	69,3		6954	84,0		6852	93,7		6858	97,9	
5	6910	89,6		6922	69,3		6923	82,7		6930	91,7		6903	97,9	
6	6928	89,6		6929	69,3		6925	82,7		6969	91,7		6904	97,9	
7	6932	89,6		6916	68,0		6935	82,7		6961	91,7		6863	95,8	
8	6906	89,6		6903	68,0		6919	82,7		6954	89,6		6862	95,8	
9	6936	89,6		6936	68,0		6932	81,3		6919	87,5		6852	95,8	
10	6909	89,6		6852	68,0		6956	81,3		6933	87,5		6908	95,8	
Exp. X	74,7			57,0			71,2			71,1			73,0		
Efficacité du plan	161 %			104 %			102 %			165 %			112 %		

Remarques: Niveaux de signification *5 %, **1 %
Grappes Scott-Knott séparées par des traits pleins
L'efficacité du plan est l'efficacité statistique du plan quadrillé expérimental par rapport à un plan en blocs aléatoires.

Tableau 3. Analyses de variance de la hauteur (cm) en 1984 (15 ans) à chaque station et classement des 10 meilleures provenances

Station	1			2			3			4			5		
Source	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F
Redoubl.	2	18160,0		2	7769,8		2	2847,0		2	5363,3		2	680,5	
Prov.	45	3174,7	3,03**	54	695,8	1,23NE	55	1173,3	1,44NE	62	1634,7	3,52**	48	6282,1	2,97**
Rangs				21	828,4		21	1259,5		21	605,4		21	1374,9	
Colonnes										21	416,4				
Erreur	65	1047,1		88	470,1		83	738,6		82	430,1		82	2494,3	
Rang															
1	6911	278,82		6851	238,76		6930	273,34		6850	222,69		6919	384,33	
2	6920	270,74		6918	233,97		6905	257,78		6906	220,11		6943	337,96	
3	6915	270,50		6923	231,79		6957	250,80		6918	216,53		6931	329,40	
4	6954	267,49		6911	221,83		6913	249,50		6902	216,28		6857	322,99	
5	6910	263,42		6905	217,96		6956	247,99		6851	216,15		6901	322,46	
6	6925	259,04		6954	217,28		6933	245,85		6925	216,00		6909	316,10	
7	6933	252,83		6953	216,38		6948	245,55		6924	215,70		6861	314,55	
8	6932	251,03		6934	212,75		6941	244,34		6855	213,01		6923	314,16	
9	6914	250,64		6920	211,88		6953	242,76		6920	211,56		6913	313,49	
10	6917	248,34		6922	211,48		6915	240,64		6931	211,41		6911	310,72	
Exp. X	199,90			198,00			223,57			187,12			270,28		
Efficacité du plan	156 %			105 %			105 %			153 %			106 %		

Remarques: Niveaux de signification *5 %, **1 %
Grappes Scott-Knott séparées par des traits pleins
L'efficacité du plan est l'efficacité statistique du plan quadrillé expérimental par rapport à un plan en blocs aléatoires
À cause de données perdues, la station 1 a du être analysée en tant que plan en blocs aléatoires.

Tableau 4. Analyses de variance de la survie (arc sinus) en 1984 (15 ans) à chaque station et classement (%) des 10 meilleures provenances

Station	1			2			3			4			5		
Source	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F	DL	MQ	F
Redoubl.	2	0,191		2	0,167		2	0,094		2	0,477		2	2,396	
Prov.	44	0,125	1,62**	55	0,038	1,76**	55	0,036	1,27NE	63	0,155	3,30**	55	0,227	3,16**
Rangs				21	0,018		21	0,055		21	0,110		21	0,049	
Colonnes										21	0,042				
Erreur	65	0,007		89	0,028		89	0,026		84	0,044		89	0,121	

Rang										
1	6804	93,7	6855	72,0	6857	76,0	6908	95,8	6902	100,0
2	6851	89,6	6929	69,3	6954	72,0	6930	91,7	6854	100,0
3	6936	89,6	6908	66,7	6930	72,0	6852	91,7	6969	97,9
4	6918	87,5	6922	65,3	6923	69,3	6969	89,6	6858	97,9
5	6902	87,5	6935	64,0	6952	62,7	6808	89,6	6904	97,9
6	6910	85,4	6936	62,7	6913	62,7	6804	87,5	6852	95,8
7	6906	85,4	6912	61,3	6914	61,3	6853	85,4	6908	95,8
8	6912	85,4	6954	61,3	6851	61,3	6850	85,4	6979	95,8
9	6908	85,4	6919	58,7	6932	60,0	6859	83,3	6903	95,8
10	6924	83,3	6903	58,7	6945	60,0	6851	83,3	6853	93,7
Exp. X	67,6		49,2		51,9		60,9		72,8	
Efficacité du plan			104 %		110 %		171 %		120 %	

Remarques: Niveaux de signification *5 %, **1 %
Grappes Scott-Knott séparées par des traits pleins
L'efficacité du plan est l'efficacité statistique du plan quadrillé expérimental par rapport à un plan en blocs aléatoires
À cause de données perdues, la station 1 a du être analysée en tant que plan en blocs aléatoires.

importantes entre les provenances qu'à l'égard de la hauteur en 1979 (niveau 5 %). En 1984, les différences n'étaient plus significatives. L'efficacité expérimentale des plans quadrillés carrés (stations 1 et 4) par rapport à un plan en blocs aléatoires atteignait en moyenne 168 %, tandis que l'efficacité des quadrillés rectangulaires n'était que de 108 % en moyenne. En conséquence, il faut conclure que l'efficacité du quadrillé carré pour rendre compte de la variation environnementale dans des stations de ce genre est beaucoup plus grande que celles des plans en blocs aléatoires, mais que le quadrillé rectangulaire offre une légère amélioration.

L'apport environnemental important à la variation totale observée, sous la forme de différences entre redoublements aux stations 1 à 4 et dans les différences de redoublements à la station 5 peuvent s'expliquer par les antécédents et la situation de ces plantations. La station 1, celle de Dryden, se trouve sur un terrain argileux qui a nuit à l'implantation initiale. La station 2, celle de Thunder Bay, a eu beaucoup de difficultés à lutter contre les graminées, à l'étape initiale, et par la suite, contre les feuillus. À Geraldton (station 3), l'implantation a été uniformément bonne, mais Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kummer s'est récemment attaqué à certaines parties de la parcelle expérimentale. À Chapleau (station 4), l'expérience est menée sur un terrain relativement infertile, dans une région plus froide que ne le laisserait supposer la latitude. Dans tous ces cas, les effets de la compétition, de la maladie et des différences environnementales sont beaucoup plus grands dans certaines parties de la plantation que dans d'autres, ce qui accentue les différences entre les subdivisions. Enfin, la station 5 (IFNP) se trouve sur un emplacement humide dont les pentes donnent sur une poche gelée. La pente est traversée d'une série de creux et de tertres. En outre, les subdivisions s'étendent sur toute la pente, ce qui entraîne une uniformité relative entre celles-ci, mais une hétérogénéité considérable dans une même subdivision.

2. Interaction provenance-emplacement

Les résultats des analyses d'écart des deux variables aux deux dates des relevés dans tous les emplacements figurent au tableau 5. Les valeurs de F ne sont qu'approximatives, car l'essai de Bartlett (Sokal et Rohlf, 1969) a fait ressortir une importante hétérogénéité parmi les variances d'écart. Les valeurs de χ^2 pour la hauteur et la survie en 1984 étaient respectivement de 79,92 et de 37,82 (toutes deux significatives à 1 %). Cependant, la transformation logarithmique des données sur la hauteur n'a pas amélioré l'homogénéité de la variance d'écart (X^2 = 79,23); nous avons donc utilisé les données non transformées. Dans tous les cas, l'écart entre les stations et entre les redoublements dans une même station était très appréciable. Dans le cas de la croissance en hauteur aux deux âges, l'écart entre les provenances et l'interaction provenance x emplacement était aussi très significatif. Cependant, dans le cas de la survie, l'écart entre les provenances n'était pas significatif, ni à 10 ni a 15 ans, tandis que l'interaction était significative à 5 % en 1979, mais ne l'était plus en 1984. Si l'on se fie à la signification élevée des termes interactifs provenance x emplacement relatifs à la hauteur (tableau 5), il faut conclure qu'on ne peut généralement justifier de recommander à grande échelle des populations supérieures implantables dans l'ensemble de la province. Pourtant, il faut signaler que plus les principaux effets environnementaux sont importants, plus les conditions d'interaction seront grandes (Fox et Rosielle, 1982).

Tableau 5. Analyses de variance par rapport à tous les endroits

	Hauteur 1979				Survie 1979		
Source	DL	MQ	F	Source	DL	MQ	F
Emplacements	4	136609,9	40,60***	Emplacements	4	0,422	26,38***
Redoublements dans les emplacements	10	14115,6	16,37***	Redoublements dans les emplacements	10	0,055	4,07***
Provenances	33	6724,5	2,00***	Provenances	33	0,014	0,88
Emplacement x provenance	132	3364,7	3,90***	Emplacement x provenance	132	0,016	1,22*
Erreur	6695	862,1		Erreur	5290	0,013	
	Hauteur 1984				Survie 1984		
Source	DL	MQ	F	Source	DL	MQ	F
Emplacements	4	1233345,1	90,38***	Emplacements	4	0,144	5,33***
Redoublements dans les emplacements	10	53685,0	17,49***	Redoublements dans les emplacements	10	0,121	4,92***
Provenances	33	25428,3	1,86**	Provenances	33	0,033	1,22
Emplacement x provenance	132	13645,5	4,44***	Emplacement x provenance	132	0,027	1,10
Erreur	5819	3070,3		Erreur	5290	0,025	

Niveaux de signification: *5 %; **1 %; ***0,1 %

Il se produit encore des changements importants au niveau des rangs, du moins en ce qui a trait à la hauteur. Les corrélations de rangs entre les arbres juvéniles et les plus âgés tendent à être faibles (tableau 6), sauf la corrélation avec la nauteur à 15 ans, à la station 5. Puisque la hauteur des juvéniles a été prise dans un essai en pépinière à l'IFNP, il n'est pas surprenant qu'il y ait forte corrélation de rang à l'égard des hauteurs, à la station 5 (IFNP). Dans la plupart des cas, la corrélation avec la hauteur moyenne était plus grande que pour les hauteurs à chacune des stations. Le coefficient de corrélation de rang pour la moyenne de survie à 10 et à 15 ans était de 0,933.

Malgré les conditions d'interaction pour la croissance en hauteur hautement significatives et certains grands changements de rang aux stations, on peut identifier certaines provenances dont la croissance est constamment rapide, en comparant les hauteurs moyennes uniformisées de tous les emplacements. Voici, à l'âge de 15 ans, les 15 meilleures provenances, par rapport à la hauteur de croissance uniformisée sur toutes les stations (annexe IV):

6905	Nipissing (Ontario)
6850	Lebel-sur-Quévillon (Québec)
6923	Perrault Falls (Ontario)
6918	Ignace (Ontario)
6911	Massey (Ontario)
6919	Lac Savant (Ontario)
6954	Comté Isabella Lake (Minnesota)
6855	Matagami (Québec)
6925	Vermilion Bay (Ontario)
6924	Red Lake (Ontario)
6933	Kenogami Lake (Ontario)
6957	Comté Itasca, Minnesota
6953	Tofte, Comté Cook, Minnesota
6957	Parc de la Verendrye (Québec)
6851	Saint-Michel-des-Saints (Québec)

Même parmi ces provenances, il s'est produit certains changements de rangs significatifs entre 10 et 15 ans. À titre d'exemple, bien que 10 des 15 meilleures provenances de 1984 figuraient aussi parmi les 15 meilleures en 1979, la 6^{e} (6919) se classait 33^{e} en 1979, et la 8^{e} provenance (6855) était 41^{e} en 1979. De même, la provenance qui venait en 3^{e} en 1979 (6930) se classait 32^{e} en 1984.

Ce serait très pratique, pour les programmes d'amélioration des arbres, s'il y avait des rapports évidents entre la région et le rendement, dans les cinq stations d'étude, et que, par exemple, les provenances du Québec dominaient à l'IFNP et celles de l'Ouest de l'Ontario, à Dryden. Cependant, en règle générale, tel n'est pas le cas. Bien que 2 provenances du Québec figurent dans les 10 meilleures à l'IFNP (tableau 3) et 3 à Chapleau et que 1 seulement des 10 meilleures provenances des 3 stations du centre et de l'Ouest, la provenance 6851 (Saint-Michel-des-Saints) s'est classée la meilleure à Thunder Bay. De même, les provenances de l'Ouest se sont classées première et troisième à l'IFNP. Les provenances locales se situaient au-dessus de la moyenne à 4 stations, se classant respectivement 27^{e}, 22^{e}, 10^{e}, 2^{e} et 30^{e} au stations 1 à 5. Dans l'ensemble, bien que les

Tableau 6. Coefficients de corrélation des rangs de Spearman selon la hauteur, à 2, 3, 10 et 15 ans

y3	0,743***												
y10	0,388***	0,452***											
y10/1	0,161	0,136	0,563***										
y10/2	0,208	0,290*	0,686***	0,324**									
y10/3	0,297*	0,263*	0,632***	0,185	0,154								
y10/4	0,245	0,349**	0,706***	0,209	0,271	0,121							
y10/5	0,388**	0,329*	0,538***	0,136	0,077	0,254	0,298*						
y15	0,315**	0,337**	0,848***	0,563***	0,555***	0,386**	0,667***	0,552***					
y15/1	0,205	0,173	0,520***	0,861***	0,133	0,292*	0,238	0,164	0,622***				
y15/2	0,114	0,145	0,483***	0,279*	0,774***	0,005	0,287*	0,085	0,657***	0,173			
y15/3	0,118	0,073	0,528***	0,177	0,239	0,680***	0,141	0,175	0,593***	0,249	0,150		
y15/4	0,144	0,216	0,627***	0,264*	0,231	0,077	0,810***	0,267	0,769***	0,329*	0,359*	0,199	
y15/5	0,422**	0,380**	0,574***	0,221	0,003	0,300	0,368**	0,881***	0,639***	0,305*	0,000	0,126	0,308*
	y2	y3	y10	y10/1	y10/2	y10/3	y10/4	y10/5	y15	y15/1	y15/2	y15/3	y15/4

y2 : hauteur à 2 ans
y3 : hauteur à 3 ans
$y\bar{a}$: hauteur moyenne à tous les emplacements à l'âge a; a = 10,15
ya/b: hauteur à l'emplacement b, âge a; b = 1...5

Niveaux de signification: *5 %; **1 %; ***0,1 %

provenances locales et régionales semblent avoir un bon rendement, il y a un certain nombre de provenances, notamment de l'ouest de l'Ontario, qui montrent une grande stabilité et un bon rendement à diverses stations. Cependant, il ne semble pas y avoir de constante prévisible en matière d'emplacement des provenances très adaptables. À titre d'exemple, la 6918 (Ignace, Ontario) se classait 5e dans l'ensemble, dont 2e à Thunder Bay et 3e à Chapleau et était donc la plus proche de la provenance 6922 (Sioux Lookout, Ontario), classée 42e dans l'ensemble, mais 22e à Dryden et 10e à Thunder Bay.

Dans le nord du Nouveau-Brunswick, nous avons constaté que, généralement, les provenances supérieures venaient de quelques degrés de latitude au sud de la station (Fowler et Park, 1982). Nous ne pouvons dégager le même schéma en Ontario. Cependant, à 15 ans, 8 des 10 plus grandes provenances de Dryden et les 10 meilleures de Geraldton venaient du sud, par rapport à la station, mais cela rend surtout compte de l'échantillonnage des provenances. Seulement 17 des 64 provenances de Dryden et 12 des 56 de Geraldton étaient d'origine plus nordique que les stations et plusieurs étaient de latitudes extrêmement nordiques. À l'IFNP, 2 seulement des 10 meilleures provenances étaient d'origine plus méridionale, mais encore là, cela est dû à ce que 9 seulement des 56 provenances utilisées à la station provenaient de régions situées plus au sud. Sur l'ensemble des stations, un nombre légèrement supérieur des provenances les plus grandes provenaient de régions situées au nord des stations.

Si nous comparons les résultats des diverses régions du pays, nous décrivons que certaines provenances ont un bon rendement sur une grande variété d'environnements. La provenance 6905 (Nipissing, Ontario) notamment, qui s'est classée 1re en Ontario, était 2e au classement général des résultats de la 9e année dans 10 stations des Maritimes (Fowler et Park, 1982) et 2e, également pour la hauteur à 9 ans, dans 3 stations de Terre-Neuve (Kahlil, 1984). La provenance 6911 (Massey, Ontario) s'est classée 6e en Ontario, 9e dans les Maritimes et 7e à Terre-Neuve. Par ailleurs, certaines provenances plus méridionales comme la 6941 et la 6944, qui venaient des États des Grands lacs et se sont classées 1re et 5e respectivement dans les Maritimes, étaient 21e et 63e en Ontario. En outre, la meilleure provenance (6929) d'un essai de 12 au Manitoba (Segaran, 1978) s'est classée 59e en Ontario.

3. Corrélations des variables

Les coefficients de corrélation des 23 variables touchant l'écologie, la géographie et les réactions figurent au tableau 7. Des 253 corrélations, 136 étaient significatives à 5 %. En règle générale, la hauteur des semis avait un rapport plus étroit avec les variables écologiques que les relevés de hauteur effectués ultérieurement. La hauteur avait les corrélations les plus fortes avec la latitude (négative), les degrés-jours >5,5°C (positive) et la longueur de la saison de croissance 5,5°C (positive). Cela a été vrai en ce qui a trait à la hauteur moyenne à toutes les stations et à la hauteur aux stations en particulier, aux deux âges. La corrélation entre la latitude et la hauteur moyenne était plus forte qu'entre la latitude et la hauteur à chaque station, dans la plupart des cas. Les corrélations les plus fortes, en matière de survie, touchaient les degrés-jours >5,5°C et la longueur de la saison de croissance 5,5°C, mais de signes opposés aux corrélations de hauteur.

Tableau 7. Matrice des coefficients de corrélation de 31 variables géographiques, écologiques et réactionnelles

x2	-0,740												
x3	-0,588	0,673											
x4	-0,633	0,522	0,674										
x5	0,349	-0,488	-0,578	-0,664									
x6	,	-0,262	,	,	0,507								
x7	,	-0,326	,	,	,	0,493							
x8	0,344	-0,313	-0,366	-0,488	,	-0,309	,						
x9	0,294	,	-0,332	-0,498	,	-0,379	,	0,926					
x10	-0,406	0,433	0,388	0,607	-0,733	-0,290	-0,255	,	,				
x11	-0,410	0,507	0,432	0,646	-0,767	-0,332	-0,276	-0,258	,	0,855			
x12	-0,231	0,351	,	0,402	-0,462	,	,	,	,	0,597	0,602		
x13	,	0,308	,	0,268	-0,337	,	,	,	,	0,517	0,450	0,668	
x14	,	,	,	,	,	,	0,300	,	,	,	0,314	0,666	0,287
x15	-0,365	0,353	0,268	0,381	,	,	,	,	,	0,343	0,324	0,732	,
x16	,	,	,	,	,	,	,	,	,	0,308	0,334	0,726	0,265
x17	,	0,377	,	0,378	-0,432	,	-0,332	,	,	0,536	0,472	0,637	0,307
x18	,	0,280	,	0,336	-0,437	,	,	,	,	0,629	0,579	0,897	0,698
x19	,	0,302	,	0,267	-0,360	,	,	,	,	0,569	0,493	0,644	0,903
x20	,	,	,	,	,	,	0,268	,	,	,	,	0,522	0,296
x21	,	,	,	,	,	,	0,278	,	,	,	,	0,680	,
x22	,	,	,	,	,	0,268	0,269	,	,	0,363	0,312	0,696	0,315
x23	,	0,382	0,275	0,456	-0,544	,	-0,315	,	,	0,641	0,580	0,700	0,442

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13

x15	,												
x16	0,305	,											
x17	,	,	,										
x18	0,566	0,518	0,684	0,635									
x19	,	,	0,299	0,345	0,753								
x20	0,811	,	0,334	,	0,658								
x21	,	0,776	,	,	0,722	,	,						
x22	0,273	,	0,808	0,335	0,849	0,389	0,405	0,316					
x23	0,307	,	0,422	0,909	0,751	0,519	,	,	0,437				

	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22

x1 : Date du dernier gel printanier
x2 : Date du premier gel automnal
x3 : Durée de la saison 5,5°C
x4 : Degrés-jours >5,5°C
x5 : Latitude
x6 : Longitude
x7 : Élévation
x8 : Survie moyenne à 10 ans
x9 : Survie moyenne à 15 ans
x10: Hauteur à 2 ans
x11: Hauteur à 3 ans
x12: Hauteur moyenne à 10 ans
x13: Hauteur à 10 ans, station 1
x14: Hauteur à 10 ans, station 2
x15: Hauteur à 10 ans, station 3
x16: Hauteur à 10 ans, station 4
x17: Hauteur, 10 ans, station 5
x18: Hauteur moyenne à 15 ans
x19: Hauteur à 15 ans, station 1
x20: Hauteur à 15 ans, station 2
x21: Hauteur à 15 ans, station 3
x22: Hauteur à 15 ans, station 4
x23: Hauteur à 15 ans, station 5

Remarque: Les coefficients non significatifs à 5 % ne sont pas mentionnés.

L'absence de corrélation significative entre la hauteur et la survie (tableau 7) indique que les meilleures provenances sous le rapport de la croissance en hauteur n'ont pas nécessairement des taux de survie supérieurs. En fait, parmi les 15 provenances les plus grandes, le taux de survie à 15 ans est inférieur à la moyenne dans 7 cas et supérieur dans les 8 autres. Cependant, si la survie est au moins satisfaisante, elle aura peu d'effets sur le rendement ultime, car si elle est inférieure, cela augmente simplement l'espacement entre les survivants, ce qui reporte la fermeture du couvert et augmente le diamètre moyen. En conséquence, il ne faudrait éliminer les provenances en fonction de la survie que si cette dernière est inférieure à la moyenne ou qu'on peut trouver la cause du faible taux de survie. La seule des 15 provenances les plus grandes à avoir un taux de survie très faible en 1984 était la 6911, qui s'est classée 74^{e} (annexe V). Cependant, dans les Maritimes, la survie de cette provenance à neuf ans était légèrement supérieure à la moyenne (Fowler et Park, 1982).

Malgré la corrélation négative significative entre la croissance en hauteur et la latitude, dégagée dans la présente étude et dans d'autres (p. ex. Morgenstern, 1978; Fowler et Park, 1982), 5 des 15 provenances les plus grandes viennent de latitudes comparativement nordiques de l'ouest de l'Ontario et les deux autres, de l'extrême nord-est du Minnesota, près de la frontière canadienne. Cependant, malgré que les fortes corrélations entre la croissance des semis et les variables géographiques persistent jusqu'à 15 ans, ce qui indique une variation clinale, l'importance des corrélations est considérablement plus faible. À titre d'exemple, la corrélation entre la latitude et la croissance en hauteur à 3 ans était de -0,767, comparativement à -0,437 pour la croissance moyenne en hauteur à 15 ans. Pollard et Logan (1974) ont découvert de fortes corrélations entre la latitude d'origine et le nombre de semis d'épinette noire en croissance libre, mais peu de variations dans le nombre de croissances prédéterminées. Puisque la croissance libre est plus fréquente dans les jeunes semis, l'effet de la croissance prédéterminée aura tendance, avec le temps, à l'emporter sur les effets des juvéniles en croissance libre. Il n'est donc pas surprenant que les corrélations entre la latitude et la hauteur diminuent avec l'âge. Pour ce qui est de la croissance en hauteur à chacune des stations, ce n'est qu'à la station la plus méridionale (IFNP) que l'on remarque une corrélation plus forte avec la latitude qu'avec la taille moyenne. Il est possible que cela rende compte d'une réaction photopériodique, les provenances méridionales poussant plus tôt, sans les dommages dus au gel qu'ils auraient à subir dans des stations plus nordiques.

4. Stabilité des provenances

Nous avons calculé les écovalences de Wricke et les paramètres de stabilité de Tai de toutes les provenances utilisées à plus d'une station; les résultats figurent au tableau 8. Pour chaque provenance, nous avons évalué les paramètres d'après le rendement de toutes les provenances représentées dans le même ensemble de stations. À titre d'exemple, dans le cas de la provenance 6851 (utilisée à tous les emplacements), les diverses mesures de stabilité ont été calculées d'après le rendement individuel des 34 provenances présentes à toutes les stations. Par ailleurs, dans le cas de la provenance 6811 (utilisée uniquement aux stations 4 et 5), nous avons fait les calculs d'après le rendement aux stations 4 et 5 des 50 provenances présentes aux deux

Tableau 8. Paramètres de stabilité de Tai et écovalences de Wricke calculés pour les provenances d'épinette noire de l'exp. 353h

Variable: hauteur en 1984 (15 ans)				
Stations	Provenance	Alpha	Lambda	Écovalence
1 45	6804	-0,15	0,09	1620,6
1 45	6807	0,37	-0,01	277,7
45	6808	0,04	0,00	35,8
45	6811	0,39	-0,01	35,0
45	6850	-0,13	0,00	223,2
12345	6851	-1,13	0,05	6284,8
12345	6852	-0,04	0,54	722,9
45	6853	-0,30	0,00	525,2
1 345	6854	-0,58	0,80	2799,1
2345	6855	-0,10	0,05	586,2
1 345	6857	0,38	1,07	1156,7
12345	6858	-0,02	0,43	509,9
45	6859	-0,20	0,00	45,6
45	6862	0,02	0,00	472,1
1 45	6863	0,11	1,31	596,5
1 45	6864	-0,05	0,79	22,4
12345	6901	0,56	0,98	2700,3
12345	6902	-0,38	0,68	1596,9
123 5	6903	-0,24	0,14	1162,6
23 5	6904	-0,31	0,01	309,6
123	6905	0,11	0,41	824,2
12345	6906	-0,56	0,14	1747,8
12345	6907	-0,57	0,90	2708,1
12345	6908	-0,54	1,37	593,7
12345	6909	0,52	0,59	2029,1
12345	6910	-0,19	0,76	1134,7
12345	6911	0,30	1,33	2041,1
12345	6912	0,65	0,08	2063,5
12345	6913	0,60	0,54	2360,8
12345	6914	0,16	0,77	1055,4
1234	6915	1,75	-0,42	309,0
123	6916	-0,16	0,11	493,7
12345	6917	0,04	0,18	239,0
12345	6918	-0,60	0,16	1963,1
12345	6919	1,22	0,72	7983,8
12345	6920	-0,35	1,60	2627,9
1234	6921	-0,37	0,19	551,9
12345	6922	-0,54	1,38	3117,7
12345	6923	0,15	0,64	889,5
12345	6924	0,06	0,19	280,5
12345	6925	0,05	0,51	675,0
12	6926	1,05	-0,29	43,7
1234	6927	-0,04	0,16	450,7
1234	6928	0,15	0,13	743,9
12 4	6929	0,12	0,67	677,0
12345	6930	-0,22	2,83	3794,4

Tableau 8 (suite)

Variable: hauteur en 1984 (15 ans)				
Stations	Provenance	Alpha	Lambda	Écovalence
12345	6931	0,41	1,72	2999,4
12345	6932	0,05	0,60	792,1
12345	6933	-0,07	0,53	707,0
1234	6934	-2,02	8,91	1824,6
234	6935	-0,86	0,21	1844,8
12345	6936	-0,26	0,35	740,2
123	6937	-0,72	2,13	826,8
12345	6941	0,08	0,53	665,4
12345	6942	0,05	1,06	1344,4
12345	6943	0,70	0,47	2887,6
1234	6944	1,24	-0,23	972,4
123	6945	-0,01	0,12	808,7
1234	6946	0,37	1,12	869,4
12345	6947	-0,07	0,26	350,1
12345	6948	0,03	0,57	724,9
1234	6949	1,26	0,88	238,0
1 4	6950	-0,21	-0,01	747,6
1234	6952	-0,70	0,60	388,2
12345	6953	-0,13	0,26	391,2
12345	6954	0,04	0,83	1047,0
1234	6956	0,72	0,80	716,1
1234	6957	0,16	0,67	1164,0
1 345	6961	-0,69	1,08	5287,7
1 45	6969	-0,37	0,41	5274,9
12 4	6975	-0,75	0,01	846,5
1 5	6979	-0,50	-0,03	310,5
1 5	7000	-0,79	-0,06	1014,2

endroits. Rigoureusement, les comparaisons ne sont valables qu'entre les provenances représentées dans les mêmes stations.

Le coefficient de corrélation de rang entre les écovalences et l'alpha de Tai était de -0,141, ce qui n'était pas significatif et celui entre les écovalences et le lambda de Tai était de 0,477, significatif à 0,1 %.

Comme nous l'avons déjà mentionné, certaines provenances, par exemple la 6905 et la 6911, semblent très stables et croissent rapidement dans toutes sortes d'environnements, de l'Ontario à Terre-Neuve, tandis que d'autres n'ont un bon rendement qu'à quelques stations. Des 15 provenances les plus productives en Ontario, toutes sauf deux sont plus stables que la moyenne ($\bar{x}$ = 1354,3), ce qui n'est pas surprenant, car pour se classer dans les 15 meilleures, chaque provenance doit donner des résultats constants à toutes les stations. Les deux exceptions sont la 6919 et, ce qui est assez étonnant compte tenu de son rendement supérieur dans tout l'est du Canada, la 6911. En fait, la première est celle dont l'écovalence est la plus élevée, ce qui signifie qu'elle ne doit être utilisée que dans les types d'emplacements où elle a fait ses preuves, nommément l'IFNP, où elle a de loin la croissance la plus rapide, et la station de Geraldton, où elle s'est classée 11^{e}. La provenance 6905, qui était constamment l'une des meilleures dans tout l'est du Canada et les Etats des Grands lacs, ne figure pas parmi les plus stables en Ontario, bien qu'elle ait une écovalence inférieure à la moyenne (824,2). Les provenances aux écovalences les plus faibles viennent surtout de l'est du Canada: Nouveau-Brunswick (6808), Nouvelle-Écosse (6811) et Québec (6859 et 6864). Les provenances des extrêmes de l'aire ont des écovalences inférieures à la moyenne (stabilité supérieure à la moyenne), ce qui rend compte du fait que ces sources ont un rendement également faible à toutes les stations.

Les méthodes de Wricke et de Tai donnent des résultats similaires. Les provenances du Québec et des extrêmes de l'aire ont une stabilité supérieure, mais les provenances des Maritimes ont des valeurs alpha plus grandes que zéro ou une stabilité inférieure à la moyenne. Les provenances 6911 et plus particulièrement 6919 sont instables, mais 7 autres, parmi les 15 meilleures provenances, ont des valeurs alpha positives, bien que nombre d'entre-elles avoisinent le zéro.

L'écovalence de Wricke et le lambda de Tai permettent de mesurer l'écart des réactions de chacune des provenances en fonction d'un rapport linéaire et, mathématiquement, on peut voir qu'ils sont étroitement liés (Morgenstern et Teich, 1971), comme nous l'avons constaté ici avec une corrélation de rang très significative entre les deux paramètres. Cet écart peut signifier un certain degré d'imprévisibilité dans la réaction de la provenance (Fowler et Park, 1982) ou découler d'une réaction prévisible, mais non linéaire.

Les provenances à valeur alpha proche de -1 ont un rendement relativement meilleure dans des stations moins productives qu'à des endroits plus favorables (Skrøppa, 1984). En conséquence, ce sont les provenances à choisir si on s'attend que la plupart des stations de plantation seront moins productives que les stations d'étude ou si on perfectionne des populations de reproduction pour des stations difficiles ou bonnes. Dans ce dernier cas, il faut choisir les provenances à valeurs alpha très positives à même la population de reproduction de la station productrice, car elles ont un rendement

relativement meilleur que prévu dans les stations favorables. Un excellent exemple de ce fait est la provenance 6919, qui est de loin la provenance la plus grande dans la plupart des stations productives, la 12e plus grande dans les stations qui viennent au deuxième rang, mais seulement moyenne ou inférieure à la moyenne dans les stations moins productives, ce qui donne une valeur alpha de 1,22.

CONCLUSIONS

Après 15 ans en terre, il se produit encore des changements de rang appréciables entre les provenances, sous le rapport de la croissance en hauteur, mais non de la survie. Pour cette raison, il est peu probable qu'on réussisse à choisir bientôt les provenances d'épinette noire pour leur croissance en hauteur (c'était la conclusion à laquelle arrivait Nienstaedt en 1984); il faudrait utiliser les résultats des tests de provenance sur des sujets d'au moins 15 ans pour choisir les populations à étudier d'avantage et les inclure dans les programmes d'amélioration. La baisse rapide de la corrélation entre la hauteur et la latitude, avec le passage des années, indique que la constante à prédominance clinale relevée à l'égard des caractéristiques des semis et des juvéniles en croissance libre (Morgenstern, 1978; Pollard et Logan, 1974) ne s'applique pas autant, par la suite, aux plantations à croissance prédéterminée.

Il existe un groupe de sources apparemment supérieures de l'ouest de l'Ontario, qui ont un bon rendement dans toute la province, même dans les stations plus méridionales, et un groupe secondaire de provenances québécoises à croissance rapide qui sont très stables. Cependant, la meilleure de toutes les provenances ontariennes est la 6905 (Nipissing, Ontario) qui s'est également avérée une excellente source à Terre-Neuve (Kahlil, 1984) et dans les Maritimes (Fowler et Park, 1982). Cependant, une forte interaction génotype x environnement dans l'analyse de la variance permet de conclure qu'il vaut mieux se fonder sur les résultats de chaque station, plutôt que sur les moyennes globales, pour choisir les provenances les meilleures pour diverses régions.

Il ne semble pas y avoir de constante prévisible de régionalité dans les résultats: dans l'ouest de l'Ontario, par exemple, les sources locales ne sont pas nécessairement les meilleures et il n'y a pas, non plus, de relation évidente entre les meilleures sources. En conséquence, il est difficile de fixer les zones de reproduction à partir de ces résultats. Les provenances voisines ont souvent des rangs très différents: à titre d'exemples, la 6905 (1re) et la 6904 (58e) ou la 6933 (12e) comparées à la 6934 (52e). Bien que cela puisse provenir de différences véritables de la valeur reproductive moyenne de ces individus au sein de la population, cela peut aussi découler de niveaux différents de croisement ou d'une structure de population différente.

REMERCIEMENTS

Nous remercions chaleureusement pour leurs commentaires et observations les personnes suivantes: C.W. Yeatman, G. Murray, E.K. Morgenstern, D.P. Fowler, Y.S. Park et H.C. Kang. Nous sommes reconnaissants à W.H. Selkirk pour son assistance technique et à F.M. Christie-Boyle pour son soutien informatique.

OUVRAGES CITÉS

Cochrane, W.G.; Cox, G.M. 1957. Experimental designs. John Wiley, New York. 611 p.

Corriveau, A.G. 1982. Variabilité spatiale et temporelle de la croissance juvenile des provenances d'épinette noire au Québec. Pages 181-187 in Proc. 18th Mtg. Can. Tree Improv. Assoc., Duncan, B.C., 1981.

Eberhart, S.A.; Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.

Finlay, K.W.; Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-745.

Fowler, D.P.; Park, Y.S. 1982. Range-wide black spruce provenance trials in the Maritimes. Can. For. Serv., Maritimes For. Centre Inf. Rep. M-X-137. 25 pp.

Fox, P.N.; Rosielle, A.A. 1982. Reducing the influence of environmental main effects on pattern analysis of plant breeding environments. Euphytica 31: 645-656.

Gates, C.E.; Bilbro, J.D. 1978. Illustration of a cluster analysis method for mean separations. Agron. J. 70: 462-465.

Hosie, R.C. 1979. Native Trees of Canada. Fitzhenry and Whiteside, Don Mills, Ont. 380 p.

Khalil, M.A.K. 1973. Results of a four-year nursery provenance experiment of black spruce in Newfoundland. Can. For. Serv., Newfoundland For. Centre Inf. Rep. N-X-99. 76 p.

Khalil, M.A.K. 1975. Genetic variation in black spruce (Picea mariana (Mill.) B.S.P.) in Newfoundland. Silv. Genet. 24: 88-96.

Khalil, M.A.K. 1981. Ten-year results of regional black spruce provenance study in Newfoundland. Can. For. Serv. Newfoundland For. Centre Inf. Rep. N-X-200. 43 pp.

Khalil, M.A.K. 1984. All-range black spruce provenance study in Newfoundland: performance and genotypic stability of provenances. Silv. Genet. 33: 63-71.

Lines, R. 1967. Standardization of methods for provenance research and testing. XIV IUFRO Wld. Cong., Munich, Vol. 3: 672-718.

Morgenstern, E.K. 1969a. Genetic variation in seedlings of Picea mariana (Mill.) B.S.P. I. Correlation with ecological factors. Silvae Genet. 18: 151-161.

Morgenstern, E.K. 1969b. Genetic variation in seedlings of Picea mariana (Mill.) B.S.P. II. Variation patterns. Silvae Genet. 18: 161-167.

Morgenstern, E.K. 1978. Range-wide genetic variation of black spruce. Can. J. Forest Res. 8: 463-473.

Morgenstern, E.K.; Kokocinski, G.H. 1976. The range-wide co-operative black spruce provenance study. I. Establishment of field experiments in Ontario. Can. For. Serv., Ont. Min. Nat. Resour. Special Joint Rep. 2. 32 p.

Morgenstern, E.K.; Teich, A.H. 1971. Stability parameters in provenance selection. XV IUFRO World Cong., Gainesville, Fla.

Nienstaedt, H. 1984. Breeding implications of juvenile selection in a range-wide black spruce provenance test. Can. J. Forest Res. 14: 933-939.

Pollard, D.F.W.; Logan, K.T. 1974. The role of free growth in the differentiation of provenances of black spruce Picea mariana (Mill.) B.S.P. Can. J. Forest Res. 4: 308-311.

Pollard, D.F.W.; Logan, K.T. 1976. Inherent variation in "free" growth in relation to number of needles produced by provenances of Picea mariana. Pages 245-251 in Cannell, M.E.R.; Last, F.T. eds. Tree physiology and yield improvement. Acad. Press, London.

Scott, A.J.; Knott, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics 30: 507-512.

Segaran, S. 1978. All range provenance trial of black spruce (Picea mariana (Mill.) B.S.P.) in Manitoba. Man. Dep. Renew. Resour. MS Rep. 78-19. 11 p.

Selkirk, W.H. 1974. Origin of provenances in the co-operative range-wide black spruce study. Can. For. Serv., Petawawa For. Exp. Sta. Special Rep. 41 p.

Skrøppa, T. 1984. A critical evaluation of methods available to estimate the genotype × environment interaction. Studia Forestalia Suecica 166: 3-14.

Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. 1969. Biometry. Freeman, San Francisco. 776 p.

Tai, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Sc . 11: 184-190.

Willavize, S.A.; Carmer, S.G.; Walker, W.M. 1980. Evaluation of cluster analysis for comparing treatment means. Agron. J. 72: 317-320.

Wricke, G. 1962. Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. A. Pflanz. 47: 92-96.

ANNEXES

Annexe I. Origine des 76 provenances utilisées dans les 5 tests menés en Ontario et tests dans lesquels elles ont été utilisées

N°	Provenance	Lat. (M)	Long. (M)	Élév. (a)	1	2	3	4	5
6804	Roddickton, Terre-Neuve	50°54'	56°06'	50	x			x	x
6807	Base Gagetown, Nouveau-Brunswick	45°35'	66°29'	90	x			x	x
6808	Lac States, comté Restigouche, Nouveau-Brunswick	47°55'	67°49'	370				x	x
6811	Sud-ouest de la Nouvelle-Écosse	44°00'	65°15'	70				x	x
6850	Lebel sur Quévillon, Québec	49°07'	76°57'	310				x	x
6851	Saint-Michel-des-Saints, Québec	46°50'	74°25'	520	x	x	x	x	x
6852	Basse Mattawin, Québec	46°55'	73°26'	300	x	x	x	x	x
6853	Lac Pimbina, Québec	46°55'	73°30'	300				x	x
6854	Canton Augier, Abitibi-Est, Québec	48°36'	76°41'	440	x		x	x	x
6855	Matagami, Québec	49°37'	77°45'	270		x	x	x	x
6856	Manicouagan, Québec	50°40'	68°46'	430					x
6857	Parc de la Vérendrye, Québec	47°05'	76°33'	360	x		x	x	x
6858	Rivière aux Rats, Québec	47°18'	73°06'	305	x	x	x	x	x
6859	Parc Mistassini, Québec	50°27'	73°38'	370				x	x
6860	Causapscal, Québec	48°30'	67°07'	240					x
6861	Mars Ha! Ha!, Québec	48°12'	70°56'	240					x
6862	Murdochville, Québec	48°55'	65°25'	610				x	x
6863	Valcartier II, Québec	46°55'	71°31'	180	x			x	x
6864	Perthuis, Québec	46°56'	72°06'	270	x			x	x
6901	Canton de Dungannon, comté de Hastings, Ontario	45°10'	77°10'	350	x	x	x	x	x
6902	Canton de Cardiff, comté de Haliburton, Ontario	44°50'	78°05'	330	x	x	x	x	x
6903	Canton de Buchanan, comté de Renfrew, Ontario	45°58'	77°25'	160	x	x	x		x
6904	Canton de Widdifield, district de Nipissing, Ontario	46°25'	79°26'	410		x	x		x
6905	Canton d'Olive, district de Nipissing, Ontario	46°55'	79°42'	330	x	x	x		
6906	Canton de Muskego, près de Foleyet, Ontario	48°12'	82°23'	340	x	x	x	x	x
6907	Canton d'Ogden, ouest de Timmins, Ontario	48°32'	81°25'	300	x	x	x	x	x
6908	Canton de Stimson, est d'Iroquois Falls, Ontario	48°59'	80°38'	300	x	x	x	x	x
6909	Canton de Kohler, ouest d'Otasawian River, Ontario	49°45'	85°05'	210	x	x	x	x	x
6910	Canton de Summers, sud-est de Beardmore, Ontario	49°40'	87°50'	300	x	x	x	x	x
6911	Canton de Tennyson, 8 milles au nord de Massey, Ontario	46°20'	82°50'	240	x	x	x	x	x
6912	Canton de Whitman, N.-E. de Searchmont, Ontario	46°46'	83°26'	370	x	x	x	x	x
6913	Canton de Fenwick, sud de Goulais River, Ontario	46°43'	84°23'	210	x	x	x	x	x

Annexe I (suite)

N°	Provenance	Lat. (M)	Long. (M)	Élév. (a)	1	2	3	4	5
6914	Canton de Hunt, ouest de White River, Ontario	48°38'	85°20'	370	x	x	x	x	x
6915	Manitouwadge, Ontario	49°08'	85°47'	310	x	x	x	x	
6916	Armstrong, Ontario	50°18'	89°11'	340	x	x	x		
6917	Canton de Joynt, S.-E. d'Upsala, Ontario	49°00'	90°27'	470	x	x	x	x	x
6918	Canton d'Ignace, S. d'Ignace, Ontario	49°25'	91°31'	460	x	x	x	x	x
6919	Canton de Boucher, N. de Savant Lake, Ontario	50°19'	90°41'	400	x	x	x	x	x
6920	Lac Minchin, S. de Lake St. Joseph, Ontario	50°44'	90°34'	380	x	x	x	x	x
6921	Lac Pickle, 2 milles au S. de Patricia, Ontario	51°28'	90°11'	400	x	x	x	x	
6922	Sioux Lookout, 20,5 milles au N.-E. de la ville, Ontario	50°13'	91°40'	400	x	x	x	x	x
6923	Chutes Perrault, 20 milles au S. des chutes Ear, Ontario	50°24'	93°20'	350	x	x	x	x	x
6924	Lac Red, Ontario, 10 milles au sud de la ville	50°53'	93°44'	350	x	x	x	x	x
6925	Vermilion Bay, Ontario, 6,7 milles au sud de la ville	49°50'	93°30,	380	x	x	x	x	x
6926	Kenora, Ontario, 20 milles à l'ouest de la ville, sur la route du lac Sherwood	50°03'	94°52'	340	x	x			
6927	Minski, près du lac Pistol, Ontario	50°50'	94°17'	340	x	x	x	x	
6928	Nestor Falls, Ontario, 2,5 milles au N. de la ville	49°20'	93°55'	340	x	x	x	x	
6929	Devlin, sur l'autoroute 613, 5 milles au nord de la jonction avec l'autoroute 11	48°44'	93°40'	350	x	x		x	
6930	Lac à la Pluie, Ontario	48°48'	93°40'	370	x	x	x	x	x
6931	Atikokan, Ontario, S.-O. de la ville, sur l'autoroute 11	48°44'	91°40'	380	x	x	x	x	x
6932	Shebandowan, Ontario	48°40'	90°11'	450	x	x	x	x	x
6933	Canton de Gross, 12 milles au sud-ouest de Kenogami Lake, Ontario	48°00'	80°08'	300	x	x	x	x	x
6934	Canton de Sheraton, E. du lac Nighthawk, Ontario	48°27'	80°47'	290	x	x	x	x	
6935	Potter, Ontario	48°52'	80°52'	270		x	x	x	
6936	Canton de Moose, près de Moosonee, Ontario	51°16'	80°46'	60	x	x	x	x	x
6937	Canton de Winnington, au sud de Moosonee, Ontario	51°06'	80°52'	60	x	x	x		
6941	F.N. Huron, comté d'Oscoda, Michigan	44°38'	84°20'	320	x	x	x	x	x
6942	F.N. Manistee, comté de Wexford, Michigan	44°12'	85°35'	180	x	x	x	x	x
6943	F.N. Hiswatha, comté de MacKinac, Michigan	46°03'	84°47'	210	x	x	x	x	x

Annexe I (suite)

N°	Provenance	Lat. (M)	Long. (M)	Élév. (a)	1	2	3	4	5
6944	F.N. Hiswatha, comté de Delta, Michigan	45°59'	86°51'	180	x	x	x	x	
6945	F.N. Ottawa, comté de Gogebic, Michigan	46°24'	89°42'	470	x	x	x		
6946	Mather, comté de Jackson, Wisconsin	44°13'	90°22'	290	x	x	x	x	
6947	Lakewood, comté d'Oconto, Wisconsin	45°17'	88°27'	400	x	x	x	x	x
6948	Comté de Forest I, Wisconsin	45°44'	88°59'	460	x	x	x	x	x
6949	Comté de Forest II, Wisconsin	45°44'	89°03'	460	x	x	x	x	
6950	Comté de Forest II, Wisconsin	46°58'	88°55'	460	x			x	
6952	Hayward, comté de Sawyer, Wisconsin	46°07'	90°56'	460	x	x	x	x	
6953	Tofte, comté de Cook, Minnesota	47°37'	90°52'	680	x	x	x	x	x
6954	Isabella, comté de Lake, Minnesota	47°42'	91°18'	400	x	x	x	x	x
6956	Virginia, comté de St. Louis, Minnesota	47°42'	92°28'	420	x	x	x	x	
6957	Marcell, comté d'Itasca, Minnesota	47°32'	93°43'	470	x	x	x	x	
6961	Mont Riding, Manitoba	50°45'	99°58'	680	x		x	x	x
6969	Lac Jan, Saskatchewan	54°52'	102°48'	340	x			x	x
6975	Parc provincial Whiteshell, Manitoba	50°04'	95°27'	330	x	x		x	
6979	Rocky Mountain House, Alberta	52°22'	115°15'	1070	x				x
7000	Mayo, Yukon	63°34'	135°55'	500	x				x

Annexe II. Croissance en hauteur (cm) à 10 ans (1979) et grappes de Scott-Knott pour les 5 stations

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6804	72,02 C			63,15 A	82,45 C	72,54	-0,3219
6807	74,96 C			73,77 C	106,19 E	84,97	-0,1172
6808				84,33 E	102,35 E	93,34	0,0574
6811				68,68 B	99,09 E	83,89	-0,1567
6850				91,79 G	107,72 E	99,76	0,1835
6851	93,44 G	108,89 G	107,38 F	93,85 G	79,63 C	96,64	0,1866
6852	84,25 E	78,83 A	106,96 F	90,10 G	101,21 E	92,27	-0,0405
6853				88,19 F	87,87 D	88,03	0,0138
6854	96,98 H		114,39 F	79,79 D	100,42 E	97,89	0,0796
6855		88,31 C	101,30 D	85,49 E	104,42 E	94,88	0,0018
6856					98,65 E	98,65	-0,0124
6857	81,15 E		120,93 I	84,74 E	115,21 F	100,51	0,1343
6858	83,95 E	83,81 B	95,75 C	62,19 A	90,41 D	83,22	-0,2345
6859				72,18 B	86,65 C	79,42	-0,1919
6860					98,07 E	98,07	-0,0197
6861					113,44 F	113,44	0,1742
6862				66,15 A	81,80 C	73,98	-0,2971
6863	72,06 C			77,93 C	91,89 D	80,63	-0,1602
6864	80,58 E			90,94 G	103,05 E	91,52	0,0444
6901	81,23 E	81,09 B	102,66 D	81,32 D	120,52 F	93,36	-0,0539
6902	83,86 E	92,28 D	102,47 D	90,23 G	111,25 E	96,02	0,0599
6903	83,59 E	93,49 D	111,60 G		103,46 E	98,04	0,0706
6904		84,54 B	98,53 D		96,31 D	93,13	-0,1428
6905	101,25 I	92,30 D	112,30 G			101,95	0,1743
6906	93,99 G	94,24 D	101,56 D	93,92 G	83,96 C	93,53	0,0548
6907	88,14 F	82,69 B	97,67 C	70,81 B	76,92 A	83,25	-0,2083
6908	80,42 E	81,54 B	94,01 B	84,05 E	88,88 D	85,78	-0,1702
6909	81,26 E	83,66 B	96,96 C	80,41 D	117,38 F	91,93	-0,0800
6910	110,52 J	91,84 D	108,08 F	89,37 F	102,29 E	100,42	0,1571
6911	107,27 J	98,32 E	115,76 H	81,18 D	91,39 D	98,78	0,1715
6912	98,28 J	85,02 B	116,83 H	77,50 C	119,47 F	99,42	0,0977
6913	84,96 F	83,44 B	118,17 H	76,38 C	115,52 F	95,69	0,0307
6914	103,85 I	89,30 C	92,94 B	77,79 C	94,17 D	91,61	-0,0520
6915	98,70 H	85,94 B	111,86 G	69,98 B		91,62	-0,0127
6916	89,30 G	87,87 C	107,53 F			94,90	0,0012
6917	99,09 H	89,93 C	103,55 D	86,21 E	103,08 E	96,37	0,0619
6918	99,81 I	103,89 E	104,71 D	85,30 E	101,64 E	99,07	0,1690
6919	92,38 G	85,83 B	104,89 D	76,17 C	135,78 G	99,01	0,0477
6920	101,31 I	84,53 B	92,01 B	83,19 E	97,65 E	91,74	-0,0671
6921	93,90 G	74,96 A	101,34 D	75,79 C		86,50	-0,1789
6922	97,34 H	89,83 C	110,57 G	78,15 C	86,46 C	92,47	0,0142
6923	90,90 G	96,07 E	122,04 I	87,76 F	123,38 F	104,03	0,2463
6924	102,43 I	96,62 E	103,42 D	84,06 E	110,28 E	99,36	0,1313
6925	93,14 G	87,96 C	110,51 G	98,35 H	97,31 E	97,45	0,1120
6926	94,02 G	76,90 A				85,46	-0,1655
6927	96,75 H	93,59 D	113,64 G	80,43 D		96,10	0,1288
6928	96,74 H	89,55 C	98,93 D	79,16 D		91,10	-0,0248

Annexe II (suite)

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6929	94,28 G	88,26 C		81,28 D		87,94	0,0364
6930	83,31 E	88,33 C	144,01 E	88,18 F	95,61 D	99,89	0,2209
6931	77,89 D	88,07 C	105,25 D	92,12 G	127,90 G	98,25	0,0744
6932	103,89 I	86,26 B	118,46 H	91,05 G	97,56 E	99,44	0,1482
6933	94,75 G	80,82 B	123,31 I	84,92 E	104,16 E	97,59	0,0892
6934	81,13 E	89,07 C	96,41 C	76,25 C		85,71	-0,1350
6935		81,52 B	120,34 I	79,76 D		93,87	0,0344
6936	83,78 E	82,33 B	91,51 B	71,11 B	83,87 C	82,52	-0,2435
6937	80,51 E	76,36 A	71,55 A			76,14	-0,5464
6941	90,86 G	89,36 C	116,42 H	74,73 C	104,62 E	95,20	0,0507
6942	74,57 C	91,46 D	89,80 B	81,96 E	103,70 E	88,30	-0,1132
6943	92,11 G	91,45 D	102,21 D	97,87 H	129,63 G	102,65	0,1655
6944	99,05 H	74,02 A	108,10 F	63,06 A		86,06	-0,1943
6945	83,21 E	84,52 B	103,67 D			90,47	-0,1147
6946	101,71 I	89,90 C	108,81 F	76,28 C		94,18	0,0549
6947	87,92 F	93,96 D	115,41 H	81,19 D	102,11 E	96,12	0,0948
6948	86,64 F	81,03 B	115,77 H	90,18 G	89,58 D	92,64	0,0072
6949	78,19 D	84,42 B	116,86 H	72,67 B		88,04	-0,0650
6950	86,45 F			80,75 D		83,60	-0,0288
6952	97,17 H	83,04 B	115,67 H	94,14 G		97,51	0,1302
6953	97,54 H	95,04 D	113,55 G	84,86 E	106,45 E	99,49	0,1554
6954	106,55 H	92,27 D	107,07 F	101,17 H	111,24 E	103,66	0,2213
6956	88,81 F	96,84 E	123,33 I	64,00 A		93,25	0,0935
6957	96,58 H	87,61 C	115,19 H	89,17 F		97,14	0,1367
6961	86,91 F		92,85 B	72,03 B	80,63 C	83,11	-0,2327
6969	80,32 E			70,07 B	84,76 C	78,38	-0,2061
6975	85,71 F	87,62 C		69,25 B		80,86	-0,1215
6979	62,76 B				64,28 B	63,52	-0,4580
7000	45,24 A				65,66 B	55,45	-0,6048

Annexe III. Survie (%) à 10 ans (1979) et grappes de Scott-Knott aux 5 stations d'étude

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6804	95,8 H			87,5 H	79,2 E	85,40	0,0036
6807	60,4 D			70,8 F	77,1 E	69,43	-0,0010
6808				93,7 H	91,7 F	92,70	0,0055
6811				68,7 E	89,6 F	79,15	0,0003
6850				87,5 H	93,7 F	90,60	0,0042
6851	93,7 H	62,7 E	72,0 D	85,4 G	52,1 D	73,18	0,0010
6852	79,2 F	68,0 G	76,0 E	93,7 H	95,8 F	82,54	0,0039
6853				95,8 H	93,7 F	94,75	0,0062
6854	83,3 F		74,7 E	75,0 G	100,0 F	83,25	0,0026
6855		77,3 F	61,3 B	85,4 H	47,9 C	67,98	0,0016
6856					83,3 E	83,30	0,0014
6857	85,4 F		90,7 F	81,2 G	66,7 D	81,00	0,0028
6858	81,2 F	52,0 D	69,3 D	54,2 D	97,9 F	70,92	-0,0004
6859				83,3 G	91,7 F	87,50	0,0029
6860					72,9 E	72,90	-0,0007
6861					93,7 F	93,70	0,0027
6862				83,3 G	95,8 F	89,55	0,0037
6863	58,3 C			72,9 F	95,8 F	75,67	0,0002
6864	66,7 D			83,3 H	95,8 F	81,93	0,0021
6901	64,6 D	70,7 G	64,0 C	77,1 F	89,6 F	73,20	0,0008
6902	91,7 H	58,7 E	57,3 B	72,9 F	100,0 F	76,12	0,0010
6903	81,2 F	68,0 G	62,7 C		97,9 F	77,45	0,0018
6904		46,7 C	69,3 D		97,9 F	71,30	0,0000
6905	60,4 D	46,7 C	50,7 A			52,60	-0,0046
6906	89,6 G	56,0 D	73,3 E	81,2 G	56,2 D	71,26	0,0007
6907	81,2 F	57,3 E	69,3 D	50,0 C	39,6 C	59,48	-0,0023
6908	89,6 A	61,3 E	76,0 E	95,7 H	95,8 F	83,28	0,0042
6909	89,6 H	61,3 E	77,3 E	75,0 F	77,1 E	76,06	0,0019
6910	89,6 H	54,7 D	68,0 D	83,3 G	45,8 C	68,28	0,0003
6911	60,4 E	28,0 A	68,0 D	58,3 D	18,7 A	46,68	-0,0061
6912	87,5 G	69,3 G	76,0 E	75,0 F	87,5 F	79,06	0,0021
6913	79,2 F	64,0 E	78,7 G	54,2 D	45,8 C	64,38	-0,0004
6914	89,6 H	44,0 C	84,0 G	87,5 H	47,9 C	70,60	0,0008
6915	85,4 G	52,0 D	73,3 E	60,4 E		67,78	-0,0003
6916	79,2 F	68,0 G	48,0 A			65,07	-0,0004
6917	83,3 F	60,0 E	76,0 E	72,9 F	81,2 E	74,68	0,0010
6918	91,7 H	64,0 E	72,0 E	68,7 E	87,5 F	76,78	0,0017
6919	64,6 D	69,3 G	82,7 G	87,5 H	31,2 B	67,06	0,0011
6920	87,5 G	49,3 D	72,0 E	66,7 E	91,7 F	73,44	0,0003
6921	87,5 G	61,3 E	48,0 A	54,2 D		62,75	-0,0017
6922	79,2 F	69,3 G	69,3 D	54,2 D	31,2 B	60,64	-0,0014
6923	70,8 E	58,7 E	82,7 G	79,2 G	60,4 D	70,36	0,0005
6924	89,6 H	44,0 C	70,7 E	56,2 D	89,6 F	70,02	-0,0008
6925	52,1 B	53,3 D	82,7 G	70,8 F	39,6 C	59,70	-0,0016
6926	68,7 E	62,7 E				65,70	0,0004
6927	66,7 D	58,7 E	68,0 D	39,6 C		58,25	-0,0030
6928	89,6 G	56,0 D	70,7 E	85,4 G		75,43	0,0016

Annexe III (suite)

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6929	79,2 F	69,3 G		77,1 F		75,20	0,0023
6930	47,9 B	44,0 C	76,0 E	91,7 H	58,3 D	63,58	-0,0009
6931	70,8 E	56,0 D	70,7 D	68,7 E	45,8 C	62,40	-0,0016
6932	89,6 H	60,0 E	81,3 G	83,3 H	58,3 D	74,50	0,0020
6933	79,2 F	53,3 D	54,7 B	87,5 H	87,5 F	72,44	0,0002
6934	77,1 E	52,0 D	62,7 C	41,7 C		58,38	-0,0034
6935		61,3 E	82,7 G	37,5 C		60,50	-0,0014
6936	89,6 G	68,0 G	84,0 G	77,1 F	77,1 E	79,16	0,0026
6937	81,2 F	60,0 E	65,3 C			68,83	-0,0001
6941	83,3 G	52,0 D	77,3 E	50,0 D	64,6 D	65,44	-0,0009
6942	72,9 E	58,7 E	58,7 B	70,8 F	64,6 D	65,14	-0,0012
6943	72,9 E	53,3 D	72,0 E	72,9 F	58,3 D	65,88	-0,0011
6944	37,5 A	37,3 B	69,3 D	29,2 B		43,33	-0,0075
6945	47,9 B	40,0 B	74,7 E			54,20	-0,0038
6946	37,5 A	44,0 C	57,3 B	43,7 C		45,63	-0,0066
6947	47,9 B	62,7 E	72,0 D	62,5 E	54,2 D	59,86	-0,0021
6948	72,9 E	46,7 C	60,0 B	75,0 F	60,4 D	63,00	-0,0022
6949	56,2 C	49,3 D	74,7 E	70,8 F		62,75	-0,0015
6950	64,6 D			77,1 F		70,85	-0,0007
6952	70,8 E	61,3 E	74,7 E	77,1 G		70,97	0,0008
6953	72,9 E	56,0 D	69,3 D	81,2 G	77,1 E	71,30	0,0002
6954	70,8 E	64,0 E	84,0 G	89,6 H	70,8 E	75,84	0,0021
6956	60,4 D	60,0 E	81,3 G	18,7 A		55,10	-0,0034
6957	75,0 F	64,0 E	76,0 E	39,6 C		63,65	-0,0013
6961	77,1 F		76,0 G	91,7 H	58,3 D	75,78	0,0025
6969	87,5 G			91,7 H	95,8 F	91,67	0,0046
6975	58,3 D	48,0 D		41,7 C		49,33	-0,0054
6979	66,7 E				97,9 F	82,30	0,0015
7000	77,1 E				35,4 B	56,25	-0,0028

Annexe IV. Croissance en hauteur (cm) à 15 ans (1984) et grappes de Scott-Knott aux 5 stations d'étude

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6804	164,67 C			124,27 A	199,17 C	162,70	-1,1659
6807	210,44 E			166,01 C	282,92 F	219,79	-0,1988
6808				184,57 E	273,74 F	229,15	-0,0098
6811				148,33 B	267,46 E	207,90	-0,4976
6850				222,69 H	296,95 H	259,82	0,6081
6851	221,81 F	238,76 G	226,75 E	216,15 H	218,49 D	224,39	0,3342
6852	228,25 F	175,43 A	228,21 E	204,39 G	273,63 F	221,98	-0,0337
6853				197,94 F	257,60 E	227,77	0,0537
6854	234,03 G		239,20 F	189,96 F	234,79 D	224,49	0,0660
6855		208,59 D	230,29 E	213,01 H	288,31 F	235,05	0,3663
6856					263,58 E	263,58	-0,0846
6857	215,93 E		232,74 E	210,03 G	322,99 H	245,42	0,3408
6858	206,24 D	177,33 A	189,59 B	143,72 B	242,94 D	191,96	-0,7004
6859				161,39 C	229,54 D	195,46	-0,5753
6860					256,83 E	256,83	-0,1697
6861					314,55 H	314,55	0,5585
6862				127,69 A	214,64 C	171,16	-1,0860
6863	170,24 C			172,13 D	262,67 E	201,68	-0,4713
6864	208,42 E			206,46 G	285,00 F	233,29	0,1315
6901	199,49 D	190,65 C	216,29 D	184,75 E	322,46 H	222,73	-0,0639
6902	201,58 D	207,57 D	219,99 E	216,28 H	269,27 E	222,94	0,1152
6903	217,19 E	208,58 D	226,71 E		270,83 E	230,83	0,0965
6904		197,98 C	209,86 D		253,97 E	220,60	-0,2023
6905	241,81 G	217,96 E	257,78 G			239,18	0,6929
6906	235,75 G	203,58 D	224,81 E	220,11 H	251,36 E	227,12	0,2081
6907	237,81 G	183,37 B	228,55 E	197,17 F	228,31 D	215,04	-0,0876
6908	200,47 D	186,52 B	201,44 C	191,47 F	252,77 E	206,53	-0,3210
6909	204,03 D	189,18 C	219,89 E	179,98 E	316,10 H	221,84	-0,0775
6910	263,42 I	201,01 D	227,61 E	202,03 G	269,06 E	232,63	0,2584
6911	278,82 I	221,83 F	221,10 E	187,22 E	310,72 H	243,94	0,4648
6912	238,57 G	176,08 A	225,36 E	165,93 C	310,19 H	223,23	-0,1067
6913	232,93 F	175,25 A	249,50 F	177,40 D	313,49 H	229,71	0,0730
6914	250,64 H	196,55 C	209,34 D	170,03 D	279,45 F	221,20	-0,0595
6915	270,50 I	195,62 C	240,64 F	165,76 C		218,13	0,1780
6916	231,03 F	209,17 D	237,60 F			225,93	0,3217
6917	248,34 H	202,65 D	220,81 E	202,68 G	291,06 F	233,11	0,2364
6918	245,10 G	233,97 G	225,74 E	216,53 H	259,73 E	236,21	0,4806
6919	231,97 F	193,05 C	239,08 F	195,70 F	384,33 G	248,83	0,4130
6920	270,74 I	211,88 E	203,54 C	211,56 H	264,83 E	232,51	0,2627
6921	220,10 F	184,71 B	203,94 C	192,51 F		200,32	-0,2514
6922	231,49 F	211,48 E	228,80 E	167,06 C	227,29 D	213,22	-0,0470
6923	230,46 F	231,79 G	237,16 F	198,62 F	314,16 H	242,44	0,5275
6924	241,29 G	204,84 D	227,03 E	215,70 H	301,57 H	238,09	0,3552
6925	259,04 H	201,33 D	222,23 E	216,00 H	297,81 H	239,28	0,3555
6926	240,67 G	187,16 C				213,91	-0,0540
6927	231,69 F	195,93 C	232,10 E	200,53 G		215,06	0,1614
6928	223,38 F	196,54 C	231,70 E	184,50 E		209,03	0,0283

Annexe IV (suite)

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6929	226,50 F	175,64 A		190,74 F		197,63	-0,2356
6930	206,83 D	183,65 B	273,34 H	190,90 F	258,33 E	222,61	0,1108
6931	204,21 D	200,35 D	218,80 E	211,41 H	329,40 H	232,83	0,1905
6932	251,03 H	184,10 B	222,02 E	208,05 G	285,61 F	230,16	0,1251
6933	252,83 H	193,11 C	245,85 F	211,34 H	282,94 F	237,21	0,3485
6934	209,86 E	212,75 E	194,56 B	186,01 E		200,80	-0,1398
6935		188,63 C	209,76 D	204,66 G		201,02	-0,1082
6936	198,68 D	177,13 A	185,48 B	147,10 B	224,83 D	186,64	-0,7818
6937	210,93 E	179,49 A	156,50 A			182,31	-0,9615
6941	219,98 F	207,73 D	244,34 F	184,72 E	289,83 F	229,32	-0,2196
6942	193,70 D	205,96 D	197,66 C	180,71 E	284,21 F	212,45	0,1936
6943	232,61 F	202,94 D	213,08 D	185,48 E	337,96 H	234,41	0,1708
6944	238,33 G	179,67 A	218,37 E	152,54 B		197,23	-0,3601
6945	209,88 E	185,06 B	215,99 D			203,64	-0,3184
6946	230,42 F	193,96 C	187,38 B	155,70 C		191,87	-0,4664
6947	216,11 E	204,50 D	232,58 E	187,58 E	276,61 F	223,48	0,0935
6948	226,47 F	184,21 B	245,55 F	194,07 F	279,14 F	225,89	0,0907
6949	234,88 G	184,37 B	217,69 E	174,57 D		202,88	-0,1997
6950	211,34 E			180,94 E		196,14	-0,1852
6952	238,28 G	190,57 C	235,06 E	209,68 G		218,40	0,2181
6953	228,36 F	216,38 E	242,76 F	196,65 F	282,48 F	233,33	0,3462
6954	267,49 I	217,28 E	215,50 D	204,93 G	297,75 H	240,59	0,4123
6956	226,60 F	207,53 D	247,99 F	167,78 C		212,48	0,1623
6957	235,17 G	194,91 C	250,80 F	207,43 G		222,08	0,3464
6961	217,74 E		213,37 D	166,57 C	203,27 C	200,24	-0,4389
6969	208,53 E			141,78 B	220,78 D	190,36	-0,6712
6975	204,90 D	201,82 D		186,32 E		197,68	-0,0690
6979	154,17 B				180,31 B	167,24	-1,1837
7000	115,96 A				127,86 A	121,91	-1,8536

Annexe V. Survie (%) à 15 ans (1984) et grappes de Scott-Knott aux 5 stations d'étude

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6804	93,7 H			87,5 H	79,2 F	86,80	0,0057
6807	33,3 B			62,5 E	77,1 F	57,63	-0,0022
6808				89,6 H	91,7 G	90,65	0,0053
6811				54,2 D	87,5 G	70,85	-0,0006
6850				85,4 H	93,7 G	89,55	0,0051
6851	89,6 G	52,0 E	61,3 F	83,3 G	52,1 D	67,66	0,0022
6852	52,1 E	56,0 E	54,7 E	91,7 J	95,8 G	70,06	0,0028
6853				85,4 H	93,7 G	89,55	0,0058
6854	77,1 E		54,7 E	64,6 F	100,0 G	74,10	0,0029
6855		72,0 G	45,3 C	83,3 H	47,9 C	62,13	0,0026
6856					83,3 F	83,30	0,0016
6857	79,2 E		76,0 G	72,9 F	66,7 E	73,70	0,0034
6858	77,1 E	49,3 D	44,0 C	47,9 D	97,9 G	63,24	0,0002
6859				83,3 G	91,7 G	87,50	0,0040
6860					72,9 F	72,90	-0,0002
6861					91,7 G	91,70	0,0023
6862				77,1 G	93,7 G	85,40	0,0035
6863	54,2 B			70,8 F	91,7 G	72,23	0,0013
6864	62,5 C			81,2 H	93,7 G	79,13	0,0032
6901	62,5 C	54,7 E	44,0 C	64,6 E	89,6 G	63,08	0,0003
6902	87,5 G	50,7 D	49,3 D	62,5 E	100,0 G	70,00	0,0022
6903	77,1 E	58,7 F	45,3 C		95,8 G	69,23	0,0021
6904		37,3 B	48,0 D		97,9 G	61,07	-0,0002
6905	58,3 B	44,0 C	45,3 C			49,20	-0,0017
6906	85,4 G	49,3 D	45,3 C	70,8 F	54,2 D	61,00	0,0004
6907	54,2 F	53,3 E	45,3 C	50,0 D	39,6 C	48,48	-0,0025
6908	62,5 H	61,3 G	57,3 E	95,7 J	95,8 G	74,52	0,0052
6909	75,0 E	54,7 E	53,3 E	66,7 E	77,1 F	65,36	0,0014
6910	85,4 G	54,7 E	52,0 E	70,8 F	43,7 C	61,32	0,0012
6911	52,1 G	26,7 A	58,7 F	39,6 C	16,7 A	38,76	-0,0058
6912	85,4 G	61,3 F	46,7 D	62,5 E	85,4 F	68,26	0,0017
6913	50,0 E	44,0 C	62,7 F	50,0 D	45,8 C	50,50	-0,0022
6914	54,2 F	40,0 C	61,3 F	77,1 G	47,9 D	56,10	-0,0006
6915	50,0 E	52,0 D	41,3 C	58,3 E		50,40	-0,0017
6916	52,1 G	57,3 E	30,7 A			46,70	-0,0019
6917	70,8 D	54,7 E	49,3 D	62,5 E	79,2 F	63,30	0,0006
6918	87,5 H	53,3 E	58,7 F	47,9 D	87,5 G	66,98	0,0016
6919	64,6 D	58,7 F	58,7 F	68,7 F	31,2 B	56,38	0,0001
6920	47,9 E	45,3 C	49,3 D	58,3 E	89,6 G	58,08	-0,0010
6921	79,2 E	50,7 D	24,0 A	54,2 E		52,03	-0,0019
6922	70,8 D	65,3 F	49,3 D	50,0 D	31,2 B	53,32	-0,0006
6923	68,7 D	49,3 D	69,3 H	81,2 G	60,4 E	65,78	0,0019
6924	83,3 F	34,7 B	56,0 E	45,8 D	89,6 G	61,88	-0,0005
6925	37,5 C	42,7 C	57,3 F	62,5 E	39,6 C	47,92	-0,0024
6926	62,5 C	50,7 D				56,60	0,0005
6927	60,4 C	50,7 D	54,7 E	37,5 C		50,83	-0,0017
6928	79,2 G	38,7 C	48,0 D	72,9 F		59,70	0,0004

Annexe V (suite)

Prov.	Station 1	2	3	4	5	Moyennes Brute	Moyennes Normalisée
6929	72,9 D	69,3 G		64,6 E		68,93	0,0033
6930	47,9 A	25,3 A	72,0 H	91,7 J	58,3 D	59,04	0,0002
6931	29,2 G	56,0 E	50,7 D	60,4 E	43,7 C	48,00	-0,0024
6932	54,2 E	54,7 E	60,0 F	77,1 G	58,3 D	60,86	0,0006
6933	43,7 A	46,7 C	36,0 B	75,0 F	87,5 G	57,78	-0,0010
6934	68,7 D	44,0 C	38,7 B	37,5 C		47,22	-0,0030
6935		61,3 F	56,0 E	33,3 C		50,20	-0,0006
6936	89,6 G	62,7 F	54,7 E	68,7 F	72,9 F	69,72	0,0026
6937	79,2 E	46,7 C	45,3 C			57,07	0,0002
6941	77,1 F	40,0 C	58,7 F	35,4 C	62,5 E	54,74	-0,0015
6942	70,8 D	56,0 E	41,3 C	52,1 D	64,6 E	56,96	-0,0006
6943	64,6 C	37,3 B	52,0 D	68,7 F	56,2 D	55,76	-0,0014
6944	37,5 A	33,3 B	49,3 D	25,0 B		36,28	-0,0059
6945	47,9 A	36,0 B	60,0 F			47,97	-0,0019
6946	35,4 A	34,7 B	28,0 A	41,7 C		34,95	-0,0064
6947	27,1 A	41,3 C	52,0 D	54,2 D	54,2 D	45,76	-0,0034
6948	45,8 C	36,0 B	41,3 C	60,4 E	54,2 D	47,54	-0,0034
6949	37,5 C	45,3 C	58,7 F	56,2 D		49,42	-0,0019
6950	56,2 B			54,2 D		55,20	-0,0019
6952	66,7 D	42,7 C	62,7 F	68,7 F		60,20	0,0009
6953	72,9 D	49,3 D	53,3 E	70,8 F	77,1 F	64,68	0,0011
6954	70,8 D	61,3 F	72,0 H	81,2 G	70,8 F	71,22	0,0036
6956	56,2 B	40,0 C	58,7 F	12,5 A		41,85	-0,0044
6957	66,7 D	48,0 C	58,7 F	29,2 B		50,65	-0,0016
6961	68,7 D		50,7 E	72,9 F	58,3 E	62,65	0,0006
6969	56,2 G			89,6 H	95,8 G	80,53	0,0038
6975	50,0 B	48,0 D		35,4 C		44,47	-0,0033
6979	60,4 C				95,8 G	78,10	0,0018
7000	50,0 F				35,4 C	42,70	-0,0040